

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1920

THÈSE

N°

572

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

J. YACOËL

Né à Salonique, le 11 mai 1889
(Croix de Guerre)

L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

ET

SES APPLICATIONS CLINIQUES

Président : M. H. VAQUEZ, professeur

PARIS

JOUE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1920

572

THESE
POUR
LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1920

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

J. YACOËL

Né à Salonique, le 11 mai 1889
(Croix de Guerre)

L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

ET

SES APPLICATIONS CLINIQUES



Président : M. H. VAQUEZ, professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, rue Racine, 15

1920

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN : M. ROGER
ASSESEUR : G. POUCHET
PROFESSEURS

	MM.
Anatomie.	NICOLAS
Anatomie médico-chirurgicale	CUNEO
Physiologie.	CH. RICHET
Physique médicale.	BROCA (A.)
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Bactériologie.	BEZANÇON
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et Thérapeutique générales.	M. LABBÉ
Pathologie médicale	VAQUEZ
Pathologie chirurgicale.	GOSSET
Anatomie pathologique.	LETULLE
Histologie.	PRENANT
Opérations et appareils.	DUVAL
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	P. CARNOT
Hygiène	LÉON BERNARD
Médecine légale.	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MENETRIER
Pathologie expérimentale et comparée.	ROGER
Clinique médicale.	ACHARD
	WIDAL
	GILBERT
	CHAUFFARD
Hygiène et clinique de la 1 ^{re} enfance	MAREAN
Clinique des maladies des enfants.	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	DUPRÉ
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	JEANSELME
Clinique des maladies du système nerveux.	PIERRE MARIE
Clinique des maladies contagieuses	TEISSIER
	DELBET
Clinique chirurgicale	QUENU
	LEJARS
	HARTMANN
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires.	LEGUEU
	BAR
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE
	BRINDEAU
Clinique gynécologique.	J.-L. FAURE
Clinique chirurgicale infantile	A. BROCA
Clinique thérapeutique.	ALBERT ROBIN
Clinique oto-rhino-laryngologique.	P. SEBILEAU

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.			
ALGLAVE	GUILLAIN	LOEPER	ROUSSY
BRANCA	LABBÉ (H.)	MOCQUOT	ROUVIERE
CAMUS	LAIGNEL-LAVASTINE	MULON	SCHWARTZ(A.)
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	SICARD
CHAMPY	LECENE	OKINCZYC	TANON
CHEVASSU	LEMIERRE	OMBREDANNE	TERRIEN
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	TIFFENEAU
GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER	VILLARET
GREGOIRE	LEREBoullet	RIBIERRE	ZIMMERN
GUENIOT	LERI	RICHAUD	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A LA MÉMOIRE DE MES FRÈRES



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR VAQUEZ

Professeur de pathologie médicale
Membre de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôpital de la Pitié

A qui nous devons l'idée de ce travail, en témoignage de notre admiration, de notre profonde et affectueuse gratitude pour toutes les marques de sympathie et pour les précieux conseils qu'il ne cessa de nous prodiguer après nous avoir accueilli avec la plus grande bienveillance et nous avoir fait l'honneur de nous confier les fonctions d'Interne de son service de l'hôpital Saint-Antoine, pendant les terribles années 1915-1916-1917.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

MM. LE PROFESSEUR WIDAL (1910).

LE PROFESSEUR DE LAPERSONNE (1911).

LE PROFESSEUR AGRÉGÉ DESMAREST (1911-1912).

LE DOCTEUR POTHERAT (1912).

LE PROFESSEUR JEANSELME (1912).

LE DOCTEUR TISSIER (1912-1913).

LE DOCTEUR P. CLAISSE (1913-1914).

LE PROFESSEUR CHAUFFARD (1914-1916).

LE PROFESSEUR VAQUEZ (1915-1917).

LE DOCTEUR LAUBRY (1919).

A MES AUTRES MAITRES :

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LAIGNEL-LAVASTINE.

M. LE DOCTEUR AUBERTIN, et au regretté DOCTEUR

CH. ESMEIN, si prématurément enlevé.

A MESSIEURS LES DOCTEURS

BORDET, LECONTE, DONZELOT

L'Electrocardiographie

ET

ses applications cliniques

INTRODUCTION

De toutes les méthodes employées dans l'investigation de l'appareil cardio-musculaire la méthode de l'électrocardiographie est sans conteste et surtout dans l'étude des arythmies, l'une des plus précises quant à la traduction graphique de l'activité complexe du cœur. Elle a pour but en effet l'étude des phénomènes électriques qui se manifestent pendant les diverses phases de la contraction cardiaque, et permet en même temps d'enregistrer leurs variations. Passée il y a peu de temps du domaine de la physiologie expérimentale dans celui de la clinique les services qu'elle a déjà rendus ne laissent pas d'être considérables, aussi font-ils entrevoir facilement le vaste champ de recherches et d'applications qui s'ouvre devant elle.

Car bien que relativement récente, la précision avec laquelle plus que toutes les autres, elle enregistre le point de départ et le mode de propagation du stimulus moteur à travers les différents segments du muscle cardiaque, montre jusqu'à quel

point elle ne saurait être que féconde désormais en renseignements de tous genres au sujet des différents rythmes normaux ou pathologiques du cœur.

S'il existe depuis quatre-vingts ans environ, concernant spécialement l'électrophysiologie une littérature, certes très abondante, ce n'est que pendant ces dernières années depuis la découverte du galvanomètre à corde d'EINTHOVEN, que des progrès tout à fait remarquables ont pu être réalisés dans le domaine de la clinique.

Historiquement, les expériences de MATTEUCI, faites en 1843 ont servi d'abord à poser le véritable fondement de l'électrophysiologie. Après HUMBOLDT et MATTEUCI, DU BOIS-REYMOND en 1848 réussit à établir les faits essentiels de l'électrophysiologie des muscles, en montrant que leur contraction donne naissance à un courant électrique. Dès 1856 et pour la première fois A. KOLLIKER et H. MULLER décélèrent la présence d'un courant d'action, accompagnant les battements d'un cœur de grenouille. Ils purent en même temps, signaler l'apparition de deux variations électriques distinctes à chaque battement des ventricules. MAREY le premier eut l'idée de recueillir au moyen de l'électromètre capillaire de LIPPMANN le tracé photographique des variations électriques du ventricule d'un cœur de grenouille. Il put établir ainsi que chaque systole ventriculaire est accompagnée d'une oscillation. Plus tard KREMER réussit à obtenir des courants d'action presque directement des différentes parties du cœur humain, grâce à l'emploi de deux électrodes fixées à une sonde œsophagienne. Mais ce procédé, on le conçoit présente de nombreuses difficultés au point de vue pratique. Nous arrivons alors au savant physiologiste anglais A. WALLER, qui dès 1888 démontra qu'il était possible de dériver chez l'homme à travers la peau intacte et humide, les courants électriques du cœur enfermé dans le cage thoracique.

Bien que d'une importance considérable, sa découverte ne fut pas suivie d'application clinique ; et ces recherches ne furent continuées que plus tard par EINTHOVEN. En 1892, BAYLISS et STERLING obtinrent les premiers tracés satisfaisants du cœur des vertébrés. Et en 1893 après que BIEDERMANN eut résumé l'ensemble des recherches qui avaient été pratiquées sur l'électrophysiologie du cœur, le nombre des travaux cliniques et expérimentaux ayant trait à l'électrocardiographie ne cessa de s'accroître. En 1907, KRAUSS et NICOLAI firent connaître les résultats de leurs premières recherches expérimentales qui portaient spécialement sur l'étude de la dissociation. En 1909 PRIBRAM étudia plus spécialement les phénomènes électriques relatifs à l'anévrisme de l'aorte. Puis, pendant que HERING cherchait à interpréter les derniers sommets de l'électrocardiogramme qu'il obtenait chez les animaux dont il avait mis le cœur à nu, SAMOILOFF réussissait à enregistrer séparément chez une grenouille, les contractions des oreillettes et celles des ventricules, et, simultanément les électrocardiogrammes de deux hommes se tenant par la main. Ces premières recherches si importantes qu'elles fussent, n'eurent alors aucun écho dans le domaine de la clinique ; l'électromètre capillaire dont on se servait encore était à la fois peu pratique et d'une sensibilité limitée. La découverte du grand physiologiste hollandais EINTHOVEN en 1903, donna un nouvel essor à l'électrocardiographie et permit de réaliser en peu de temps des progrès notables grâce à l'introduction de son galvanomètre à corde. Cet appareil est d'une plus grande précision et d'une plus grande sensibilité que les électromètres et les galvanomètres précédemment en usage. Son usage en clinique n'offre plus guère de difficultés et les résultats obtenus sont rigoureusement sûrs. Nombreux avons-nous dit, furent alors les travaux de physiologie et de pathologie expérimentale qui virent le jour durant ces dernières années.

Nous citerons entre autres ceux de : EINTHOVEN, KAHN, ROTHBERGER et WINTERBERG, JUDIE, EPPINGER et ROTHBERGER, KRAUS et NICOLAI, REHFISH, TREUDELENBURG, SEEMEN, GARTEN, SAMOILOFF, CLÉMENT PIKE, VAQUEZ, BORDET, THOMAS LEWIS, MACKENZIE, WEISS, JOSUÉ, STRAUSS, HERING, GALLAVARDIN, SELENIN, GRAU ERMAN, BOKHER, PAUL HOFFMANN, AUGUSTE HOFFMANN, etc.

En France un des premiers articles consacrés à l'électrocardiographie fut celui que M. MENDELSON publia dans les *Archives des maladies du cœur*. Puis vinrent ceux de MM. WEISS et BORDET qui décrivirent la méthode elle-même. Par leurs recherches MM. VAQUEZ et BORDET ne cessèrent d'apporter aussi de larges contributions à l'étude de l'électrocardiogramme normale et pathologique. Les principaux résultats qu'ils ont obtenus furent présentés dans un rapport très documenté au Congrès international de l'électrologie médicale de Lyon en 1914.

Dès le début la plupart de ces auteurs étrangers et français se sont efforcés de trouver une signification exacte à chacun des sommets que l'on rencontre sur la courbe d'un électrocardiogramme normal. Aujourd'hui encore les opinions diffèrent sur certains points. Cependant malgré ces divergences des progrès considérables ont été faits dans l'interprétation des électrocardiogrammes normaux et pathologiques.

Au point de vue de l'étude des arythmies l'électrocardiographie est indiscutablement une des acquisitions les plus intéressantes de la clinique cardiologique. Elle permet d'enregistrer facilement et mieux que toutes les autres méthodes graphiques les variations du rythme du cœur. Etant donné les résultats déjà obtenus nous croyons pouvoir affirmer que la méthode électrocardiographique est destinée à apporter dans un avenir proche, de nouveaux éclaircissements dans l'étude des arythmies, où sur certains points on ne possède encore

que des renseignements incomplets. Aussi sur le conseil de notre maître M. le professeur VAQUEZ il nous a semblé qu'il serait intéressant de consacrer ce travail à l'étude de la méthode électrocardiographique dont les résultats sont encore peu connus en France.

Nous étudierons successivement la méthode elle-même, ses principes fondamentaux et ses applications dans la clinique cardiologique. Après avoir décrit l'électrocardiogramme normal et ses variations physiologiques nous étudierons les électrocardiogrammes pathologiques dans les lésions valvulaires cardiaques, dans les hypertrophies et enfin dans les arythmies. Il va sans dire que l'étude détaillée de tous ces grands chapitres de la cardiologie nous entraînerait trop loin de notre but. Nous nous efforcerons en conséquence de résumer, avec une série de tracés à l'appui, les interprétations cliniques et pratiques qu'il est possible d'en donner, soit qu'on se trouve en présence d'un tracé recueilli chez un sujet normal soit que l'on ait affaire à l'électrocardiogramme d'un sujet atteint de troubles quelconques du rythme du cœur.

Les électrocardiogrammes que nous reproduisons sont ceux que l'on rencontre le plus souvent dans la pratique courante. Cependant nous devons ajouter qu'il en existe d'autres qui dans l'état actuel de nos connaissances sur l'électrocardiographie reste encore indéchiffrables. Tous ces tracés ont été recueillis dans le service de M. le professeur VAQUEZ à l'hôpital de la Pitié. Nous les avons enregistrés sous la direction de M. le Dr BORDET chargé du service de l'électrologie. Qu'il veuille bien recevoir ici l'expression de toute notre gratitude.



CHAPITRE PREMIER

BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

L'électrocardiographie est une méthode qui a pour but de traduire graphiquement les variations des phénomènes électriques du cœur pendant son activité. On appelle électrocardiogramme un tracé représentant la courbe des variations électriques pendant les diverses phases d'une révolution cardiaque.

Quelles sont les bases de l'électrophysiologie cardiaque ?

Sous l'influence des réactions bio-chimiques qui se produisent dans les cellules de l'organisme tout être vivant est d'une façon constante le siège de phénomènes électriques. Ces réactions donnent lieu à des courants passifs qui errent sur toute la surface du corps au repos. Du fait des contractions musculaires d'autres courants actifs et transitoires peuvent s'ajouter aux précédents ils ont été mis en évidence par DUBOIS-REYMOND qui en 1848 montra pour la première fois que toute contraction musculaire donne naissance à une force électromotrice orientée en sens inverse du courant de repos : c'est ce qu'ont établi ultérieurement les travaux de GLEY, DARSONVAL, DUVAL, HERMANN sur l'électrophysiologie. Ces auteurs ont démontré que tout point d'un tissu irritable, du tissu musculaire en particulier, devient électro-négatif, au moment même de l'excitation ; et cela, par rapport au point

non excité qui reste électro-positif. Il s'établit alors entre ces deux points au moment de la mise en activité de ces tissus un courant que l'on appelle courant d'action. Ce courant va du foyer électro-positif au foyer électro-négatif. Comme le muscle cardiaque est soumis aux mêmes lois générales de la contraction, il s'ensuit que chacune de ses contractions donne naissance à des courants d'actions. Ceux-ci apparaissent au cours de chaque révolution cardiaque, leur intensité est telle qu'il est possible d'exciter par leur intermédiaire le phrénique gauche préalablement sectionné et même, de produire dans le diaphragme de l'animal sujet de l'expérience, une série de secousses rythmées en rapport avec les systoles cardiaques. KÖLLIKER et MULLER furent les premiers à étudier ces courants sur des animaux dont le cœur avait été mis à nu. ENGELMANN utilisa pour les enregistrer l'électromètre capillaire de LIPPMANN, appareil composé d'une colonne capillaire de mercure, qui donne des oscillations très rapides sous l'influence des variations électriques. Perfectionnant peu à peu ces procédés de recherches, MAREY fut le premier à enregistrer photographiquement ces oscillations, et obtint ainsi les variations électriques d'un ventricule de grenouille. Plus tard WALLER montra qu'on pouvait recueillir à la surface du corps humain et aux extrémités des membres particulièrement, les divers courants d'action qu'engendre la systole cardiaque. Par des recherches ingénieuses il réussit à démontrer qu'il est possible d'envisager le cœur comme un muscle isolé dans la cage thoracique et qui serait entouré de tissus tous très bons conducteurs. Il fit voir que les courants électriques se répartissent sans cesse sur toute la surface du corps et qu'ils peuvent être recueillis par un galvanomètre, sans avoir recours au sondage œsophagien préconisé par CREMER. Il fit voir également que ces courants ne se répartissent pas indifféremment sur tout le corps, mais qu'il existe des points ou des

zones où ils apparaissent avec plus de netteté et de force. Il appelle combinaisons favorables les dérivations correspondantes à ces points qu'il a pu déterminer. La répartition des courants obéit donc à des lois générales. C'est sur ces faits que reposent les principes fondamentaux de la théorie dite « *Théorie axiale de WALLER* ». Dans des recherches nombreuses après avoir mis en contact nombre de points du corps avec l'électromètre capillaire de LIPPMANN, il constata d'une façon évidente, que la répartition du potentiel électrique dans le reste du corps dépend essentiellement de la forme et de la direction du cœur. Cela se comprend aisément si l'on examine l'ensemble des lignes électriques qui sont représentées sur la figure (1), et qui indiquent les modes de distribution de ces lignes par rapport aux divers segments du cœur. Sur ce schéma fourni par WALLER on peut remarquer que toute la moitié droite du thorax, le bras droit et la tête reçoivent les lignes électriques qui correspondent à la base du cœur, tandis que les courants qui ont leur origine dans la pointe du cœur ou dans les environs se rendent vers la moitié gauche du thorax au bras gauche et aux deux membres inférieurs. Par conséquent normalement un pôle placé à la bouche ou sur la moitié droite du thorax équivaut à un pôle placé à la base ; un pôle placé aux membres inférieurs ou sur la moitié gauche du thorax équivaut à un pôle placé à la pointe du cœur.

La figure (1) montre le mode de répartition des forces électromotrices à la surface du corps pendant la contraction cardiaque. La ligne A B ou ligne axiale allant de la base à la pointe, représente l'axe électrique. Cet axe est considéré par certains auteurs comme superposable à l'axe anatomique du cœur.

Tous les courants d'action qu'engendrent les contractions cardiaques naissent à la pointe ou à la base en A ou en B ou

sur un point quelconque de la ligne axiale A B. De là les forces électromotrices se propagent suivant les lignes indiquées dans la figure 1. Elles diminuent d'intensité au fur et à mesure que l'on se rapproche de la ligne zéro, qui représente la ligne équatoriale et où le potentiel est égal à zéro.

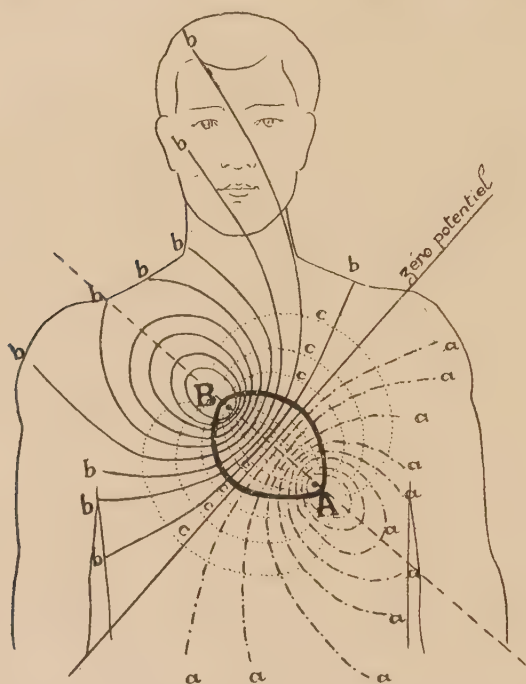


FIG. 1. — Disposition des lignes équipotentiellles autour des deux pôles cardiaques (d'après WALLER)

Cette ligne équatoriale coupe perpendiculairement et par le milieu la ligne axiale A B la divisant ainsi en deux portions.

Tous les points situés du même côté au-dessus et au-dessous de l'équateur sont équipotentiels et ne fournissent généralement pas de courant. Par contre, si on vient à réunir un point situé au-dessous de l'équateur à un autre point au-dessus on obtient grâce à cette différence de potentiel un

courant qui est d'autant plus intense que ces points se rapprochent davantage de la ligne A B ou de son prolongement. Entre la ligne équatoriale, tout le long de laquelle le potentiel est égal à zéro, et la ligne axiale A B, où le potentiel est à son maximum, se trouve une foule de foyers ou de points intermédiaires où apparaissent des courants d'action dont l'intensité varie graduellement. Si par exemple, nous dérivons sur un homme un courant d'action par deux points périphériques tels que *a*, *b* on a des dérivations électriques plus faibles que si on les prend entre A et B. Il existe même des points nombreux où n'apparaît aucun courant d'action.

Il existe donc des combinaisons qui sont favorables ou défavorables à l'apparition de ces courants ; WALLER les a étudiées et comparées et après en avoir signalé 10 il n'en a décrit que 5 comme étant vraiment utilisables.

I. — La dérivation transverse (main droite main gauche).

II. — La dérivation latérale droite (main droite pied droit).

III. — La dérivation latérale gauche (main gauche, pied gauche).

IV. — La dérivation droite supérieure (bouche, main droite).

V. — La dérivation gauche supérieure (bouche, main gauche).

Par ces différents procédés WALLER obtint des courants d'action assez intenses pour produire des déplacements de la colonne de mercure dans l'électromètre capillaire de LIPPMANN. Il photographia ces oscillations : ce furent les premiers électrocardiogrammes du cœur humain. Patiemment et ingénieusement recueillant des divers points favorables de la surface du corps tous les courants d'action, il réunit un certain

nombre d'électrocardiogrammes qui lui permirent d'en conclure que : Chez un sujet au repos le cœur est en équilibre électrique, que pendant sa phase diastolique, on ne peut déceler aucun courant d'action sur le corps. En outre lorsque la systole commence, cet équilibre cesse. La pointe du cœur se contractant la première devient électro-négative tandis que la base au repos est à ce moment électropositive. Le courant va de la base à la pointe, il est donc descendant. Mais au moment de la systole ventriculaire cet ordre de choses se renverse. La base se contracte à son tour, devient électro-négative tandis que la pointe au repos est électropositive. Le courant d'action est ascendant ; il va de la pointe à la base. Avec la diastole l'équilibre se rétablit. Tous ces changements indiqués sur le cœur se retrouvent également pour le tronc, la tête et les membres chez l'homme.

Toutefois ces notions étaient restées imparfaites à cause de la lenteur des oscillations et de la difficulté de réglage de l'électromètre capillaire de LIPPMANN. La découverte d'EINTHOVEN leur donna un nouvel essor et c'est grâce à la précision et à la sensibilité du galvanomètre que l'on peut enregistrer avec sûreté les divers courants d'action provoqués par la révolution cardiaque.

CHAPITRE II

INSTRUMENTATION

Depuis que le galvanomètre à corde d'EINTHOVEN s'est substitué à l'électromètre capillaire de LIPPMANN l'étude de l'électrocardiogramme de l'homme s'est considérablement développée.

Apériodique et d'une très grande sensibilité, ce galvanomètre permet d'enregistrer les moindres forces électromotrices qui proviennent du muscle cardiaque en activité.

Cet appareil repose sur les principes suivants : toutes les fois qu'un courant électrique passe dans un champ magnétique, ce courant est immédiatement dévié. La déviation obtenue est proportionnelle à la puissance du champ magnétique et à l'intensité du courant.

Le courant d'action du muscle cardiaque étant de très faible intensité, il a donc fallu pour utiliser sa déviation un électro-aimant de puissance considérable.

Ainsi le galvanomètre à corde d'EINTHOVEN réalise toutes les conditions.

Ce galvanomètre se compose essentiellement d'un électro-aimant et d'un système vibreur.

L'électro-aimant (El.-A.) est composé de l'aimant et de deux bobines qui consistent en deux sections à 6.000 enroulements chacune.

Chaque section a une résistance de 320 ohms (à froid) pour un courant excitateur de 0,3 ampères environ. Quand les deux

bobines se trouvent réunies en séries, il faut pour les exciter un courant de 220 volts et 0,3 ampères ; quand elles sont en dérivation il faut pour chacune d'elles un courant de 110 volts et 0,6 ampères. Il est absolument nécessaire que les deux sections soient reliées de façon à ce qu'elles possèdent la même polarité.

Entre ces 2 pôles (P. P.) de cet électro-aimant est tendu verticalement le système vibreur ou corde (C) qui est constitué par un fil de quartz argenté extrêmement léger, très mobile, n'ayant que 2 à 3 μ de diamètre.

Elle est reliée à un levier à corde et par l'intermédiaire d'une vis micrométrique, on peut la tendre ou la détendre à volonté.

Chaque division de la vis micrométrique correspond à un allongement de 0,001 millième du fil de quartz. Pour tendre ce fil il faut tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre et inversement pour le détendre. Les variations de température peuvent modifier la tension du fil, celle-ci augmente sous l'influence de la chaleur et diminue quand la température s'abaisse. Pour que la sensibilité de l'appareil soit constante il faut :

1° Que la température de la pièce soit aussi stable que possible ;

2° Qu'aucun choc brusque sur la corde ou dans la pièce même de l'installation ne vienne ébranler la corde ;

3° Qu'aucun autre courant électrique ne se produise à l'exception de ceux destinés au fonctionnement de l'appareil.

Étant donné la très faible épaisseur de la corde, EINTHOVEN a disposé deux microscopes au milieu des pièces de l'électro aimant afin de rendre très visible les oscillations de la corde. L'un d'eux est constitué par un objectif microscopique qui sert à concentrer vers le fil la lumière d'une lampe à arc (L). Le second microscope placé de l'autre côté du fil

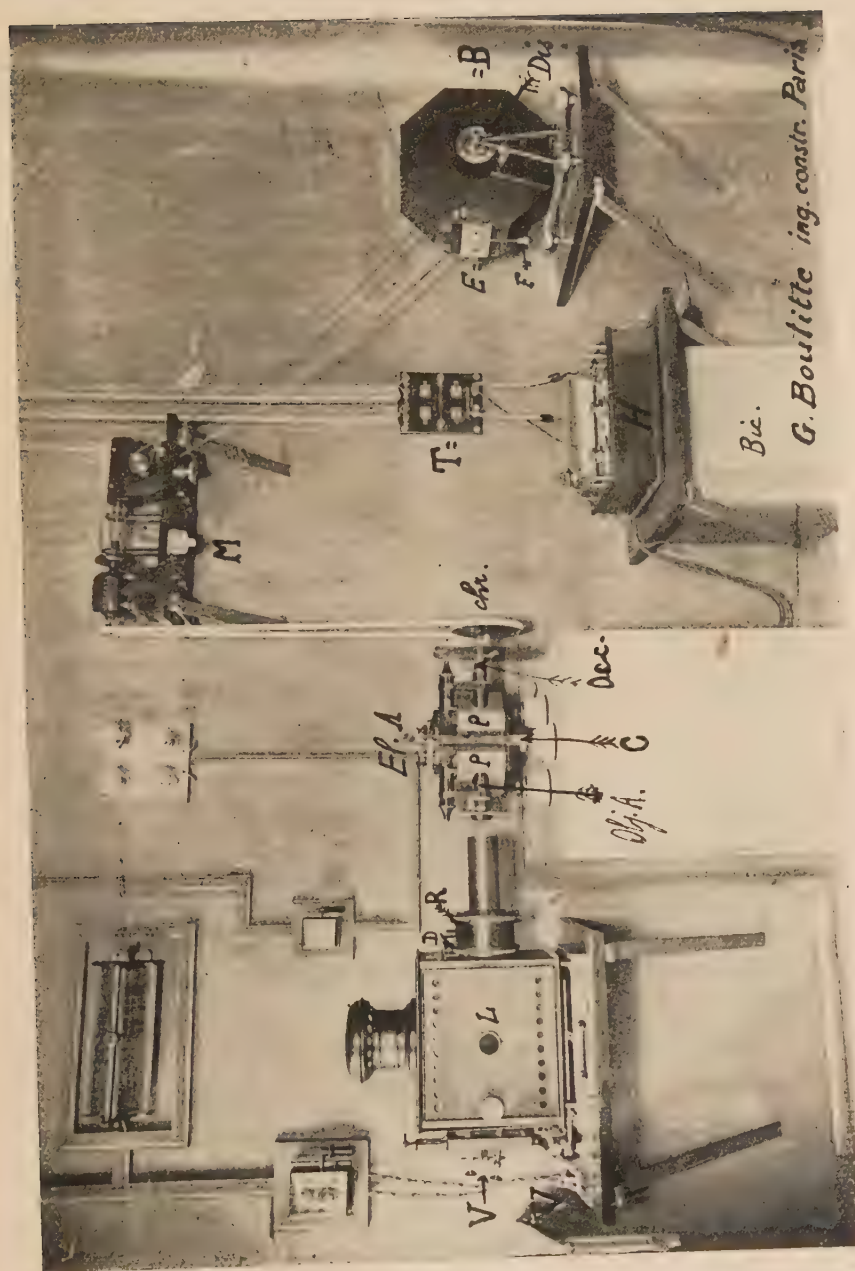


FIG. 2. — Installation du galvanomètre à corde d'EINTHOVEN, dans le service de M. le Professeur VAQUEZ, à l'Hôpital de la Pitié-

de quartz, dans le prolongement du premier, permet d'observer les oscillations du fil qu'il agrandit cinq cents fois, le faisant ainsi se projeter en noir sur l'écran (E.) au centre d'un espace très éclairé. Des vis micrométriques permettent de mettre au point les deux microscopes.

L'éclairage est assuré par la lampe à arc (L), un système de vis (V) permet de régler l'arc et de concentrer la lumière sur la corde de l'écran (E).

Le condensateur (D) concentre les rayons lumineux sur l'objectif microscopique, quant à l'eau du réservoir (R) elle est destinée à atténuer la chaleur qui se dégage de la lampe à arc.

L'image de la corde est projetée vers l'écran (E) qui est situé à la partie antérieure de la boîte de Bull (B) aplatie transversalement. Cette boîte est verticale et de forme octogonale. Elle renferme intérieurement une roue sur laquelle vient s'enrouler le film dont la longueur est égale à celle de la circonférence de la roue tournante, soit un mètre.

Grâce à un disque (Dis) placé sur le côté latéral gauche de la boîte et par des vis de réglage, on peut régler l'ouverture et la fermeture spontanée de l'écran d'une part, la longueur du film que l'on veut faire impressionner d'autre part.

La circonférence de ce disque est divisée par quarts de circonférence, ce qui permet d'impressionner le film sur une longueur de 25 centimètres, de 0 m. 50, de 0 m. 75 ou de un mètre suivant la disposition des vis.

La ficelle (F) est destinée à abaisser le diaphragme de sûreté. Quand l'appareil est en marche le film qui glisse devant la fente de l'écran enregistre à la fois tous les mouvements de la corde ainsi qu'un système spécial de coordonnées suivant le procédé de GARTEN.

Les traits horizontaux s'obtiennent en plaçant dans la pro-

fondeur de l'écran (E) devant et tout près du film une échelle de verre divisée par des traits séparés d'un millimètre dont l'ombre est également projetée sur le film.

Les traits verticaux s'obtiennent par la rotation uniforme, et bien définie, d'une petite roue (chr) dont les rayons interceptent à des intervalles réguliers la lumière qui tombe sur la fente de l'écran (E).

Les traits horizontaux permettent de mesurer la hauteur des ondulations de la corde, les traits verticaux permettent de mesurer le temps.

Les traits verticaux comme les traits horizontaux inscrits sur le film sont à une distance d'un millimètre. Chaque cinquième trait est plus épais que les autres. Cela est produit par le fait que chaque cinquième trait de l'échelle verticale est plus épais et plus large ainsi que chaque cinquième rayon de la roue (Chr). Le petit moteur électrique à vitesse constante (M) fait tourner simultanément la roue (Chr) qui est à gauche et la roue de la boîte (B) qui est à droite. Ce mouvement est réglé de telle façon que chaque ligne épaisse verticale s'inscrit à chaque dixième de seconde. L'espace d'un millimètre compris entre deux lignes moins épaisses est donc égal à 0,02 seconde.

Ce procédé permet de mesurer avec une précision très grande la durée exacte de tous les phénomènes inscrits sur les électrocardiogrammes.

Il existe enfin deux autres appareils qui sont : le tableau de dérivation (T) et la boîte (H) pour l'étalonnage des dérivations de la corde.

Le tableau des dérivations est composé de 2 fiches et de 6 contacts qui permettent de déterminer la tension de la corde d'abord et d'enregistrer ensuite toutes les dérivations sans que le malade soit obligé de se déplacer.

Quant à la boîte (H), elle est destinée à étalonner les dévia-

tions de la corde et à compenser les courants permanents qui errent constamment à la surface du corps du sujet.

Cette boîte comporte un inverseur de courant, un shunt formant aussi interrupteur, une clef de court-circuit et un rhéostat à curseur. Elle est munie de six bornes dont deux que l'on réunit aux pôles de la pile.

L'étalon qui est dans le petit placard (Pie) deux autres que l'on relie aux électrodes et les deux dernières destinées à être reliées aux bornes de la corde du galvanomètre.

Des perfectionnements nouveaux ont encore été apportés à cet appareil.

Par l'adjonction d'un téléphone Siemens au galvanomètre à corde nombre d'expérimentateurs et entre autres MM. WEISS et BULL ont pu enregistrer simultanément les électrocardiogrammes et les bruits du cœur.

Il est aussi possible d'enregistrer sur le même tracé électrocardiographique le sphygmogramme ainsi que le phlebo-gramme. En outre actuellement grâce à un système de trois boîtes superposées et qui remplacent la boîte B. on peut faire dérouler devant l'écran un film de 250 mètres de longueur au lieu d'un mètre. Ce système a un avantage considérable, il permet d'enregistrer les troubles les plus divers à n'importe quel moment de leur apparition, même quand ceux-ci sont particulièrement longs à apparaître.

Il existe enfin des installations qui permettent d'enregistrer simultanément et pour un même sujet les trois dérivations à la fois.

PRISE DES TRACÉS

Pour prendre un tracé électrocardiographique on commence par mettre au point l'éclairage ainsi que la tension de la corde. Puis on met le sujet en circuit en faisant plonger les

maines et le pied gauche dans les bacs des électrodes tout en reliant les électrodes que l'on désire employer (bras ou-jambe) à la table d'étalonnage (T).

Les bacs des électrodes sont remplis aux trois quarts d'une solution d'eau salée à 20 0/0, c'est dans cette solution qu'on plonge les mains et les pieds du sujet ainsi que les trois vases poreux, un pour chaque bac, contenant une solution d'eau saturée de sulfate de zinc. Le niveau de ces vases doit être d'un demi-centimètre environ inférieur à celui de l'eau des bacs après l'immersion des membres. Une fois que le sujet est mis en circuit, on place l'inverseur de manière à fermer le circuit du potentiomètre. On ne peut pas savoir à l'avance quel est le sens du courant à employer puisque cela dépend du sujet, mais on s'en rend compte, suivant que la corde se rapproche ou s'éloigne du milieu de l'écran.

On ferme le circuit de l'électro-aimant, puis celui de la corde en tournant le shunt progressivement jusqu'à ce que le frotteur passe de la position repos à la position travail.

Dès qu'un courant électrique, si minime qu'il soit, traverse la corde celle-ci grâce à son extrême sensibilité est attirée ou repoussée par l'électro-aimant tantôt à droite et tantôt à gauche suivant la polarité et l'intensité des courants qui la traversent. Au fur et à mesure que le shunt tourne pour atteindre le dernier plot, qui indique le maximum de sa course, on aperçoit la corde vibrer de plus en plus suivant l'intensité des courants d'action qui dérivent du cœur. D'autre part la corde dévie simultanément soit vers la droite soit vers la gauche d'après le sens et l'intensité des courants permanents qui errent à la surface du corps. Ces forces électro-motrices indépendantes de celles du cœur sont neutralisées par des forces électro-motrices égales, mais de sens contraire qu'on introduit dans le circuit en faisant avancer le curseur du rhéostat de la gauche vers la droite. Si les forces électro-motrices neutralisantes qui

sont incluses dans le circuit sont de sens inverse des courants permanents du corps, la corde qui était déviée vers la droite ou vers la gauche revient au milieu de l'écran. Si par contre la courbe continue à s'éloigner du milieu de l'écran il faut après avoir mis la boîte d'étalonnage au repos, renverser la position de l'inverseur. Une fois que l'appareil est parfaitement mis au point, on introduit le millivolt étalon dans le circuit de la corde en appuyant sur la clef et on observe la déviation de l'image de la corde sur l'écran. Cette déviation doit être d'un centimètre quand on appuie sur la clef, le shunt étant sur la position travail. Dans le cas contraire on tend ou on détend la corde jusqu'à ce que la déviation produite par le millivolt étalon soit d'un centimètre. Ce chiffre d'un centimètre est un chiffre conventionnel, cela permet de calculer ensuite le voltage des courants d'action du cœur suivant les degrés de déviations de la corde, autrement dit d'après la hauteur des sommets P Q R S T.

Il faut pour chaque dérivation remettre la boîte d'étalonnage au repos et recommencer la même manœuvre.

Pendant l'enregistrement du courant d'action du cœur le sujet doit rester aussi immobile que possible : les contractions musculaires faisant apparaître des courants secondaires qui troublent ceux du cœur.

A la fin de la séance, veiller à ce que le sujet ne quitte le circuit qu'après la mise au repos de tout l'appareil ; sans quoi la corde subirait une secousse aussi violente que brusque, ce qui peut être très préjudiciable pour la corde. En outre ne jamais abandonner la corde sur n'importe quelle tension : celle-ci doit être réglée à la fin de chaque séance de façon à ce que le millivolt étalon imprime à la corde une déviation d'un demi-centimètre seulement.

CHAPITRE III

L'ÉLECTROCARDIOGRAMME NORMAL

Les recherches nombreuses faites jusqu'à ce jour aussi bien chez l'homme que chez les animaux ont permis d'éclaircir bien des points, dont l'interprétation était difficile lors de l'apparition de la méthode électrocardiographique. Il existe cependant des points encore très obscurs sur lesquels il n'a pas été possible jusqu'aujourd'hui de donner une interprétation plausible. Le tracé électrocardiographique normal que nous reproduisons dans la figure 3 représente la courbe des forces électromotrices qui se développent dans le cœur pendant son activité.

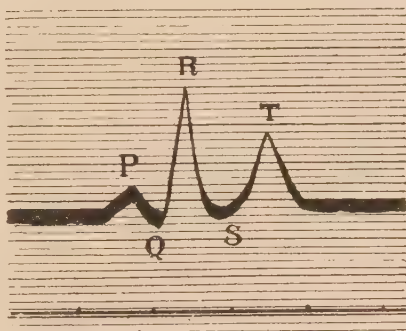


FIG. 3. — Les sommets P. Q. R. S. T.
d'un électrocardiogramme normal

Il existe deux nomenclatures pour désigner les sommets de ces courbes, l'une proposée par EINTHOVEN et l'autre par KRAUS et NICOLAI. Nous adopterons celle d'EINTHOVEN qui est la plus usitée et d'après laquelle P R T désignent successivement les sommets situés au-dessus de la ligne des abscisses et les lettres Q S les pointes dirigées au-dessous. Seul le sommet P

correspond à la systole de l'oreillette et précède la contraction auriculaire de 0''04 à 0''06. L'ensemble des autres sinuosités est désigné sous le nom de complexe ventriculaire et correspond à la systole ventriculaire.

EINTHOVEN a montré que le sommet P répond bien à la contraction de l'oreillette, en enregistrant simultanément chez un même sujet l'électrocardiogramme, le phlébogramme et le sphygmogramme, il put se rendre compte que l'élévation P précédait toujours la systole ventriculaire, tandis que les autres sommets se produisaient pendant la systole des ventricules.

Les expériences de SAMOILOFF sont venues confirmer ces constatations d'EINTHOVEN. Appliquant directement des électrodes sur le muscle cardiaque de la grenouille, SAMOILOFF obtint d'abord un électrocardiogramme semblable à celui de l'homme. Puis supprimant l'oreillette du circuit, il vit la pointe P disparaître complètement du tracé, quant à la pointe Q elle a d'abord été considérée par EINTHOVEN, comme faisant partie de la systole auriculaire, puis il a aujourd'hui abandonné son opinion à la suite d'expériences pratiquées sur un chien dont le thorax était ouvert et dont on pouvait enregistrer séparément les contractions de l'oreillette et celles du ventricule. En effet il a vu qu'en enregistrant seulement la contraction auriculaire, le sommet P persiste alors que Q disparaît. KRAUS de son côté démontra que si l'oreillette cesse de battre P disparaît, alors que Q continue à figurer sur le tracé électrocardiographique du complexe ventriculaire. Il en résulte que puisque la pointe P correspond à la systole auriculaire, les modifications de cette pointe sur le tracé électrocardiographique indiqueront des modifications dans le fonctionnement propre de l'oreillette.

S'il a été relativement facile d'établir la signification de l'ondulation P, celle du complexe ventriculaire QRST souleva

de sérieuses difficultés. Bien différentes sont les hypothèses qu'elle a suggérées à chacun des expérimentateurs. Certains ont cherché à expliquer les élévations de la courbe en étudiant la marche de l'excitation à travers le muscle cardiaque.

Pour BAYLIS et STERLING l'excitation commence à la base et se propage vers la pointe. Le premier courant R serait donc dû à la négativité de la base, qui se contracte la première et le second courant T à la négativité de la pointe, qui se contracte la dernière.

GOTCH fit ultérieurement de nombreuses expériences. Pour lui chez la tortue la vague contractile partant de la base se propagerait vers la pointe pour remonter ensuite jusqu'à la partie de la base qui représente le reste du bulbe aortique.

On voit que jusque-là, la signification du complexe ventriculaire n'était pas encore exactement déterminée. Actuellement les divers auteurs sont encore partagés en deux groupes en ce qui concerne l'interprétation des élévations R T. Ce sont les *myogénistes* et les *neurogénistes*.

Les myogénistes avec KRAUS et NICOLAI en tête font intervenir dans l'interprétation des pointes R T la structure si complexe de la musculature ventriculaire. Anatomiquement, en effet, celle-ci est composée de *trois couches superposées* et bien distinctes. Une *couche interne papillaire*, en rapport avec les piliers, une *couche moyenne* centrale à laquelle von KREH attribue un rôle primordial dans l'expulsion du sang vers le bulbe aortique, enfin une *troisième couche* externe composée de *fibres spirales* ou fibres d'union des ventricules droit et gauche et qui forment au niveau de la pointe un véritable *tourbillon*.

D'après KRAUS et NICOLAI l'excitation venue de l'oreillette par l'intermédiaire du faisceau de Hiss se répand dans la couche interne papillaire, de là elle gagne les fibres spirales par l'intermédiaire du tourbillon de la pointe après avoir parcouru la couche moyenne en suivant les fibres intramurales.

KRAUS et NICOLAI admettent que la secousse R correspond à la contraction du système papillaire et l'ondulation T à la contraction des fibres spirales. Entre ces deux oscillations il existe une ligne horizontale, qui correspond à la systole des couches moyennes dont les contractions successives s'annulent les unes les autres, au point de vue électrique. Telle est la conception admise par les myogénistes.

D'autre part, pour les neurogénistes, c'est dans le mode d'épanouissement des branches terminales du faisceau de Hiss que se trouve vraisemblablement, l'explication la plus simple des sommets Q R S T du complexe ventriculaire tel qu'on l'observe sur la courbe électrocardiographique, normale.

En effet, l'anatomie et l'histologie nous apprennent que les branches du faisceau de Hiss à travers lesquelles se propage l'excitation, abordent la région de la pointe avant de s'épanouir dans le reste du myocarde. Il est donc évident que l'excitation abordera la pointe avant d'atteindre la base. La pointe se contractant la première, il s'établit un courant d'action qui va de la base électro positive vers la pointe électro-négative. Ce courant descendant est exprimé sur la courbe par la pointe Q située au-dessous de l'abscisse. Puis l'excitation remonte vers la base qui à son tour se contracte énergiquement, et donne naissance à un second courant d'action qui va cette fois de la pointe électro-positive vers la base électro-négative et qui se traduit sur la courbe par l'élévation R. La contraction énergique de la base en se propageant de haut en bas atteint la région de la pointe et de nouveau un troisième courant d'action naît et part de la base électro-positive vers la pointe électro-négative. Ce troisième courant descendant se traduit sur le tracé par l'oscillation S.

Mais la difficulté est autrement grande quant à l'interprétation du sommet T. Pour certains auteurs le sommet T résulterait d'un autre courant d'action provoqué par la phase

terminale de la systole cardiaque. On voit en effet que la contraction ventriculaire ne débute pas d'un seul coup, et que le ventricule droit étant moins vigoureux que le ventricule gauche, la contraction de la base droite dure plus longtemps que dans toutes les autres parties du myocarde. Ce sommet T serait alors dû à un dernier courant d'action, qui se dirigerait de la pointe électro-positive vers la base, lors de la phase ultime de la contraction ventriculaire droite. Cette interprétation ne nous semble pas très satisfaisante. En effet, on peut lui objecter que la systole ventriculaire intéressant simultanément les ventricules droit et gauche, le courant d'action R qui en résulte est dû à la contraction simultanée des bases, droite et gauche et que le fait pour la base droite de continuer à se contracter plus longtemps que la gauche ne suffit pas à expliquer l'apparition d'un nouveau courant d'action. Pour qu'un nouveau courant T apparaisse il faudrait admettre, à l'encontre de ce que nous enseigne la physiologie, qu'il existerait au cours de chaque systole cardiaque deux contractions successives de la base droite, lesquelles seraient séparées par un court intervalle de repos, nécessaire pour justifier physiquement l'apparition d'un second courant. Aussi nombre d'expérimentateurs croient devoir attribuer ce sommet T à une autre contraction de cette portion de la base qui correspond au bulbe aortique.

Les recherches de GORCH sur la tortue et principalement sur le lapin semblent fortifier cette hypothèse.

En effet chez le lapin la contraction commence à la base des ventricules, elle s'étend jusqu'à la pointe, puis rebrousse chemin jusqu'à cette partie de la base qui représente le reste du bulbe aortique. A ce niveau et immédiatement avant la fermeture des valvules sigmoïdes, il se produit une énergique contraction terminale, qui se traduit sur le tracé électrocardiographique par un courant diphase particulier. Il sem-

blerait donc que le courant d'action T serait dû à la contraction du bulbe aortique. Ce sommet qui marque la fin de la systole, est en effet immédiatement suivi de la fermeture des valvules sygmoïdes.

Peut-on considérer cette interprétation de la courbe électrocardiographique comme définitive. Voyons, comment a su procéder EINTHOVEN. Il enregistra simultanément, l'électrocar-

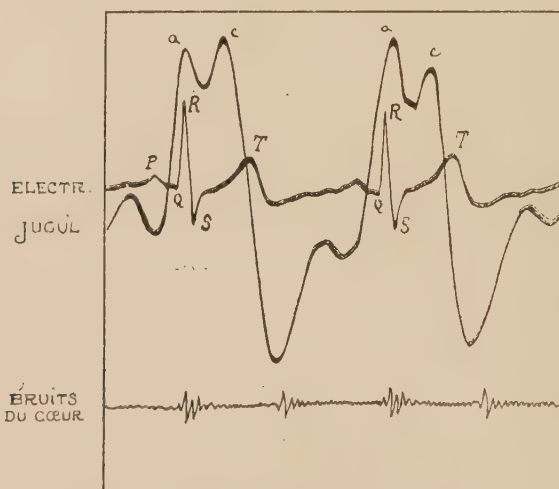


FIG. 4. — Enregistrement simultané de l'électrocardiogramme, du phlébogramme et des bruits du cœur chez l'homme normal

diogramme, le phlébogramme, et le sphygmogramme. Or, si comme nous l'avons fait sur le schéma de la figure (4) nous superposons le phlébogramme, l'électrocardiogramme et les bruits du cœur, recueillis simultanément, chez un même sujet, on constate que :

1° P est contemporain de (a) qui correspond à la systole de l'oreillette ;

2° Que l'élévation R se manifeste immédiatement avant ou presque en même temps que le premier bruit du cœur et qu'elle précède (c) qui correspond au battement carotidien ;

3° Que le sommet T qui correspond à la contraction du bulbe aortique est contemporain de la seconde moitié de (c) et que le second bruit du cœur apparaît $5/100$ de seconde après la fin de T. C'est aussi par des superpositions de ce genre, des tracés mécaniques et électrocardiographiques, que KRAUS et NICOLAI ont montré que la pointe R précède le pied de la courbe mécanique du ventricule d'un temps assez long 0'06 et que le sommet T se prolonge au delà de la courbe mécanique ventriculaire. La constatation de ces deux phénomènes indique d'une part la latence du muscle cardiaque, et prouve d'autre part l'exactitude de la méthode électrocardiographique dans la mesure de la systole ventriculaire, depuis le moment où la première fibre du myocarde se contracte jusqu'à celui où la dernière fibre se relâche.

En même temps que les sommets que nous venons d'étudier schématiquement, il peut se surajouter sur un électrocardiogramme normal, d'autres sinuosités dont l'interprétation présente parfois de grandes difficultés. Signalons d'abord l'élévation U qui est exceptionnelle et qui débute immédiatement après la fin T. Moins ample et un peu plus longue que T l'élévation U correspondrait à la fermeture des valvules sigmoïdes. Pour la plupart des auteurs U traduirait le mouvement passif du cœur, pendant la diastole. Pour HERING ce serait surtout l'expression de l'activité des vaisseaux de la base du cœur.

D'autres oscillations minuscules et nombreuses peuvent apparaître sur tout ou partie de la courbe. Elles empiètent parfois sur les segments rectilignes autant que sur les sommets des tracés électrocardiographiques. Ces oscillations qu'on pourrait qualifier, d'oscillations adventitielles, sont dues généralement aux trimulations musculaires ou aux courants électriques qui se développent si le sujet fait des mouvements involontaires. Il suffit d'anesthésier ou d'immobiliser le sujet pour

qu'elles disparaissent. On conçoit bien par conséquent que d'autres influences peuvent amener quelques perturbations dans cette courbe, ne serait-ce que la présence d'une sonnette électrique ou d'un téléphone dans le voisinage du galvanomètre. Ces oscillations, qu'elles soient dues à des trimulations musculaires, ou à des causes mécaniques extérieures doivent être écartées naturellement avec soin. Cependant on peut en observer, de tellement fines et régulières qu'elles ressemblent de près aux fibrillations auriculaires que nous étudierons en détail dans le chapitre des arythmies. D'ailleurs le diagnostic est ici relativement aisé. La fibrillation auriculaire qui s'observe seulement dans l'arythmie complète est caractérisée en effet par l'absence de P et par l'irrégularité des pauses diastoliques. Il n'en est pas de même pour les oscillations qui seraient dues à des phénomènes extracardiaques, qui ne font qu'empiéter sur le tracé électrocardiographique sans modifier nullement le rythme des courants d'action qui dérivent de l'activité cardiaque.

Quant aux limites physiologiques des hauteurs que peuvent avoir les sommets de l'électrocardiogramme, on peut constater que le sommet P qui est toujours dirigé vers le haut est petit et ne dépasse guère 1,7 à 2 divisions de l'échelle électrocardiographique. Il est plus net en dérivation II et III dans la position assise ou debout. Il est peu marqué en dérivation I dans le décubitus, et, il est plus net dans les dérivations I et II.

L'intervalle P R varie entre 0"12 et 0"20 chez les sujets normaux (LEWIS).

La dépression Q est généralement plus marquée en II et en III sur les cœurs verticaux, et en I sur les cœurs horizontaux.

Le sommet R est toujours présent, sa hauteur peut varier suivant les dérivations. LEWIS donne les chiffres suivants :

	R I	R II	R III
Minimum	1,5	4	2
Moyenne	5,16	10,32	6,61
Maximum	12	16	14

La dépression S est plus marquée en I et en II sur les cœurs verticaux et en III sur les cœurs horizontaux.

La longueur de la ligne R S est pour ainsi dire constante chez un même sujet. Toutes les fois que S s'accroît, il y a une diminution proportionnelle du sommet R qui peut être totalement renversé (voir figure 24 insuffisance aortique).

Le sommet T est constant. Il peut cependant disparaître dans les fortes inspirations. Sa hauteur est de 5 m/m à 5 m/m 5 en dérivation I et II et de 3 m/m en dérivation III. Ce sommet T peut s'inverser.

LEWIS a dénommé complexe ventriculaire l'ensemble des sommets Q R S T. Les 3 premiers forment un groupe unique dont la durée n'excède pas 0"07 de seconde.

Durée des sommets et des espaces rectilignes, de l'électrocardiogramme

LEWIS a étudié sur un grand nombre de sujets normaux la durée de chacun des sommets de l'électrocardiogramme, la durée des intervalles qui les séparent, et les rapports chronologiques des sommets de l'électrocardiogramme, du phlébogramme et du cardiogramme, pris simultanément.

Les chiffres qu'il donne sont les suivants :

P. — Le sommet P, précède la contraction auriculaire (a) du phlébogramme de 0"04. Ce dernier chiffre représente la durée de la latence de la contraction auriculaire, c'est-à-dire,

le temps qui s'écoule, depuis la naissance de l'excitation, qui se manifeste par le sommet P, jusqu'à l'apparition de la contraction auriculaire. La durée de l'oscillation P est d'environ 0"07 à 0"10.

P R. — L'intervalle P R est d'environ 0"12 à 0"17.

Dans le cas de block incomplet, la durée de l'intervalle P R est plus ou moins longue, mais sensiblement augmentée, le passage de l'onde de contraction étant notablement entravé.

Q R S T. — LEWIS a appelé complexe ventriculaire, l'ensemble de ces sommets dont R et T sont constants, tandis que les deux autres Q et S sont très variables. Ils peuvent même disparaître comme nous l'avons dit, sans qu'il y ait rien de pathologique.

R. — Le sommet R représente la contraction simultanée des bases ventriculaires droite et gauche. Toutefois la contraction ventriculaire droite, précéderait de 0"02 la contraction ventriculaire gauche.

Ce sommet R précède la contraction ventriculaire du cardiogramme de 0"03. Ce dernier chiffre nous indique comme pour l'oreillette la durée de la latence de la contraction ventriculaire. La durée du sommet R est d'environ 0"04.

Ces trois sommets Q R S forment un groupe.

Sa durée n'excède pas généralement 0"07.

S T. — L'espace rectiligne isoélectrique S T, est de 0"09 à 0"11.

T. — La durée de l'oscillation T est d'environ 0"19. Elle se termine quelques centièmes de seconde avant la fin du plateau du cardiogramme.

T U. — La durée de l'espace T U n'excède pas 0"03.

U. — La durée de l'oscillation U quand elle existe est de 0"03 à 0"04.

CHAPITRE IV

DES MODIFICATIONS DE L'ÉLECTROCARDIOGRAMME DANS LES DIVERS ÉTATS PHYSIOLOGIQUES

L'électrocardiogramme schématique que nous venons d'étudier chez l'adulte normal présente une fixité remarquable chez un même individu lorsqu'il est pris dans des conditions rigoureusement identiques. Celles-ci sont d'ailleurs facilement réalisables avec le galvanomètre à corde D'EINTHOVEN.

Mais dans certaines circonstances physiologiques la courbe électrocardiographique peut différer plus ou moins quant à la forme et à la hauteur des sommets, suivant le sujet, suivant les dérivations et suivant les conditions dans lesquelles on se place pour enregistrer les divers courants électriques du cœur. Les causes de ces variations sont extrêmement nombreuses. Dans le remarquable rapport qu'ils ont présenté au Congrès international de 1914 à Lyon, MM. VAQUEZ et BORDET ont étudié d'une façon très précise les variations de l'électrocardiogramme dans les divers états physiologiques. Ici nous ne ferons que donner le résultat de ces recherches, qui sont venues confirmer les constatations faites par WALLER, TH. LEWIS et GILDER, EINTHOVEN, NICOLAI, HOFFMANN, HERING, etc...

Influence des dérivations sur la forme de l'électrocardiogramme

Des dix combinaisons favorables, dont WALLER se sert pour recueillir les courants électriques du cœur, seules les trois premières combinaisons qui correspondent à celles que préconise EINTHOVEN apparaissent comme pratiquement utilisables.

La dérivation I (main droite, main gauche), qui correspond à la transverse de WALLER.

La dérivation II (main droite, pied droit ou pied gauche) ou dérivation axiale qui correspond à la latérale droite de WALLER. (Les deux pieds étant considérés comme iso-électriques.)

La dérivation III (main gauche, pied gauche) qui correspond à la latérale gauche de WALLER.

Si l'on n'utilise qu'une seule de ces dérivations, elle ne peut donner que des indications incomplètes. C'est par l'étude comparative de ces trois dérivations qu'il est possible d'obtenir le maximum de renseignements.

Ces trois dérivations fournissent incontestablement les meilleures courbes électrocardiographiques. En effet si l'on se rapporte au schéma de la figure 1 de WALLER, il est aisé de se rendre compte grâce à la disposition des lignes équipotielles autour des deux pôles cardiaques que les différences électriques ou forces électromotrices obtenues entre les divers points du corps sont très variables. L'expérience montre que ces forces électromotrices et, par conséquent, les oscillations de la corde galvanométrique sont d'autant plus grandes que les électrodes siègent en A et en B sur la ligne axiale ou sur son prolongement. C'est pourquoi parmi les trois dérivations cliniques d'EINTHOVEN celle qui fournit la

meilleure courbe électrocardiographique d'un cœur normal est généralement la dérivation II (M D, P G) dont les électrodes se trouvent placées approximativement sur le prolongement de la ligne axiale A B.

Dans les dérivations I et III les électrodes s'éloignent plus ou moins de cette même ligne axiale, les courbes varient donc proportionnellement quant à la forme et à la hauteur des sommets P R T. Il est donc évident qu'une seule de ces dérivations ne peut donner que des indications très incomplètes.

D'après ce qui précède, on voit que l'amplitude et la direction des sommets électrocardiographiques normaux dépendent avant tout de la direction des dérivations par rapport à l'axe électrique du cœur.

En effet si par un mouvement de bascule on arrive à donner au cœur et par suite à son axe électrique, des degrés d'inclinaison variés ; les lignes iso-électriques qui sont figurées sur le schéma de la figure 1 de Waller devront à leur tour suivre le mouvement en se déplaçant soit vers la droite soit vers la gauche. Donc toutes les fois que le cœur subira un mouvement de bascule autrement dit à chaque fois que l'organe prendra une direction verticale, horizontale ou oblique, pendant que le point d'application des électrodes (main droite et main gauche) par exemple resteront fixes, la différence de potentiel entre ces deux points subira des variations parallèles.

L'influence de la direction de l'axe électrique sur la courbe l'électrocardiographique est manifeste, c'est ce que nous avons démontré sur les (fig. 5, 6, 7). Or l'axe électrique du cœur étant pour certains auteurs à peu de chose près superposable à l'axe anatomique il en résulte que dans les trois dérivations qui sont toujours fixes les variations des courbes

électrocardiographiques normales dépendront dans une certaine mesure du degré d'obliquité de l'organe.

Ces données expliquent fort bien les variations des électrocardiogrammes normaux d'un sujet à un autre suivant que le cœur est en position verticale, horizontale ou légèrement oblique.

Pour mieux fixer les idées considérons simultanément les (figures 5, 6, 7, p. suiv.), qui sont particulièrement démonstratives.

Ces figures représentant les courbes électrocardiographiques, les schémas des tracés radioscopiques et la disposition des lignes équipotentiellles émanant des trois axes électriques inégalement inclinés.

Ces variations des forces électromotrices qui sont dues au degré d'inclinaison de l'axe se trouvent enregistrées sur les courbes électrocardiographiques. Nous n'entrerons pas dans les détails de leur analyse. Nous nous bornerons à envisager dans les trois dérivations les hauteurs de R qui d'après WALLER seraient en rapport avec la direction de l'axe électrique. Voici les formules qui expriment leur rapport :

COEUR légèrement oblique, (position
type) (fig. 5).

$$R^{\text{II}} > R^{\text{I}} > R^{\text{III}}$$

COEUR en position verticale (fig. 6).

$$R^{\text{II}} > R^{\text{III}} > R^{\text{I}}$$

COEUR en position horizontale (fig. 7).

$$R^{\text{I}} > R^{\text{II}} > R^{\text{III}}$$

C'est donc à la théorie axiale de WALLER que nous devons l'interprétation actuelle de l'influence du degré d'obliquité du cœur sur les courbes électrocardiographiques. On lui doit encore la formule qui permet de calculer l'angle d'inclinaison formé par l'axe électrique et la verticale. Cette formule n'est pas autre chose qu'une ingénieuse application de la théorie de la balance à l'électrocardiographie.

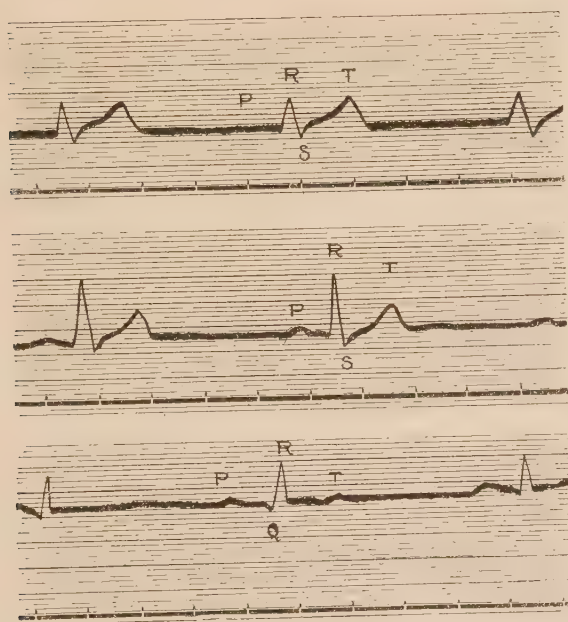
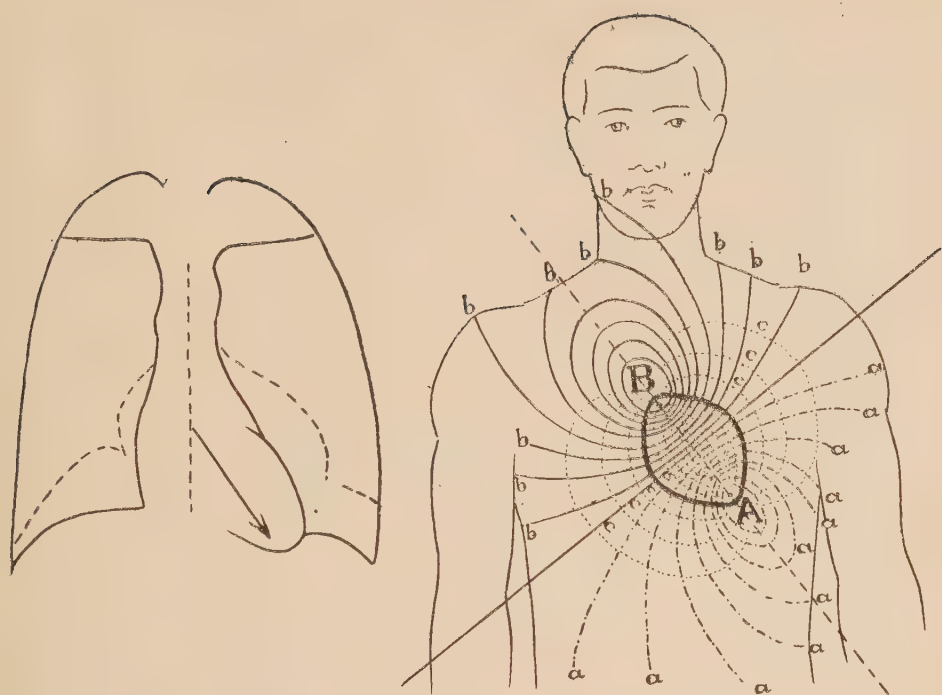


FIG. 5. — Orthodiagramme d'un cœur oblique. La disposition des lignes électriques en rapport avec le degré d'inclinaison de l'axe électrique du cœur. L'électrocardiogramme correspondant.

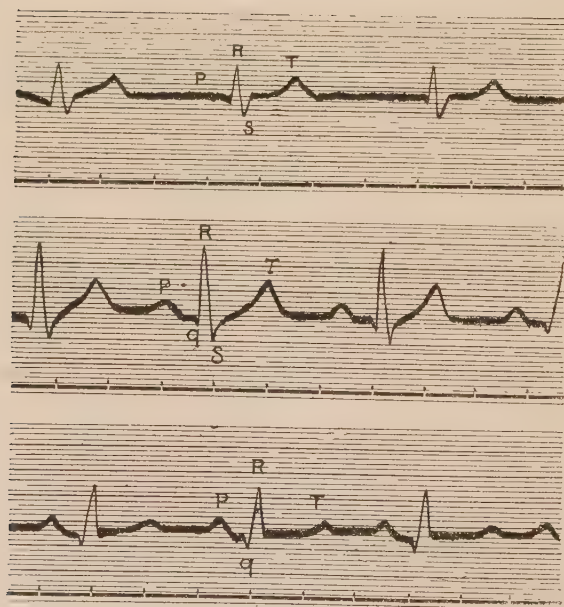
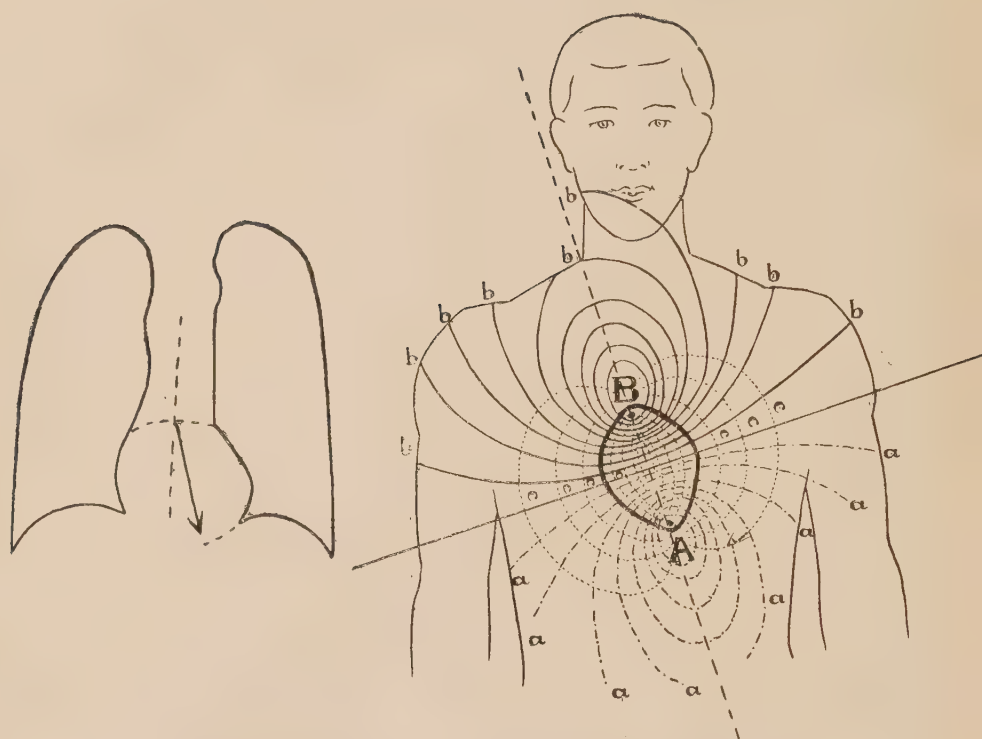


FIG. 6. — Orthodiagramme d'un cœur vertical. La disposition des lignes électriques en rapport avec le degré d'inclinaison de l'axe électrique du cœur. L'électrocardiogramme correspondant.

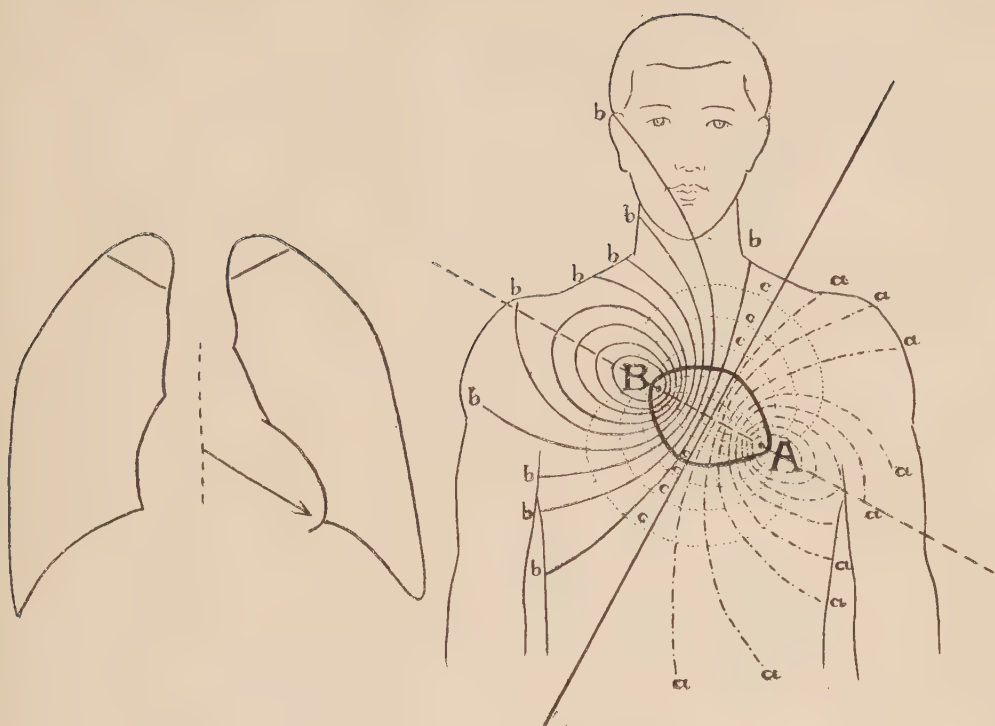


FIG. 7. — Orthodiagramme d'un cœur horizontal. La disposition des lignes électriques en rapport avec le degré d'inclinaison de l'axe électrique du cœur. L'électrocardiogramme correspondant.

Etude de la balance et détermination de l'angle d'inclinaison

Ayant remarqué que certaines dérivations latérales sont les unes faibles, les autres fortes, WALLER fut amené à comparer les deux côtés du corps aux deux fléaux d'une balance,

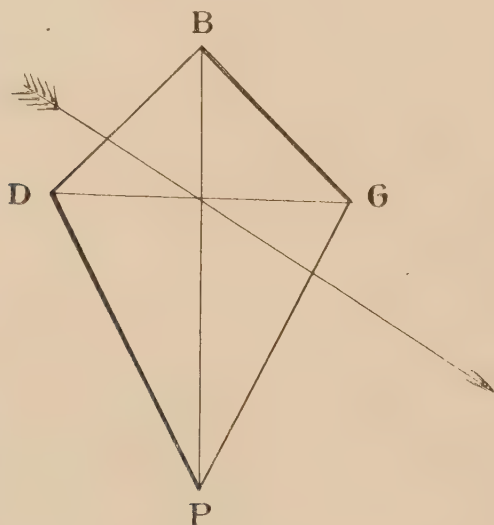


FIG. 8. — Construction géométrique de WALLER, figurant les principales dérivations. B et P indiquent la bouche et les pieds; D et G la main droite et la main gauche; B P est la verticale. L'angle d'inclinaison supérieur et l'angle d'inclinaison inférieur se trouvent, le premier au-dessus de la ligne D G et le second au-dessous de cette même ligne entre l'axe et la ligne verticale B P.

dont les plateaux seraient inégalement chargés. De même que l'indicateur de la balance forme avec la verticale, un angle correspondant à la différence des poids supportés par les bras, l'axe électrique ou anatomique du cœur forme aussi un angle d'inclinaison avec la verticale qui part de la bouche B et descend jusqu'au pied P.

On sait que d'après la théorie de la balance, la formule

Tangente $\alpha = \frac{G - D}{D + G}$ sert à calculer l'angle formé par l'indicateur (ici l'axe électrique) et la verticale.

Les poids sont représentés par les différences de potentiels entre la bouche et la main droite (D) d'un côté, entre la bouche et la main gauche (G) de l'autre.

D + G sert à calculer l'angle formé par l'indicateur (l'axe électrique) et la verticale, G — D indique les différences de potentiels enregistrées par les dérivation gauche supérieure faible (bouche B main gauche G) et droite supérieure forte (bouche B main droite D).

Les mêmes considérations s'appliquent à la partie inférieure du corps, mais à cause de la plus grande ouverture de l'angle sous-tendu par les dérivation D et G, vers la dérivation inférieure P la formule devient :

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{2D - G}{D + G}$$

Nous ne tiendrons compte que de cette dernière formule qui représente la valeur inférieure et qui correspond aux dérivation employées en clinique. Appliquons ces données à la détermination pratique de l'angle d'inclinaison d'un électrocardiogramme.

Ici D représente la différence de potentiel, ou la force électromotrice de la dérivation D (ou 2^e dérivation D P d'EINTHOVEN). Cette force électromotrice est représentée sur les courbes électrocardiographiques par la lettre (R II).

Et pour les mêmes raisons, G, correspond à R III de la troisième dérivation G (ou G P d'EINTHOVEN).

La formule précédente devient :

$$\text{Tangente } \alpha = \frac{2R^{\text{II}} - R^{\text{III}}}{R^{\text{II}} + R^{\text{III}}}$$

Les hauteurs de R étant très faciles à lire sur les tracés électrocardiographiques, on remplace les lettres R par les

chiffres correspondants aux hauteurs et on calcule le résultat.

En reportant le chiffre obtenu aux tables logarithmiques on obtient le degré de l'angle d'inclinaison correspondant à ce chiffre.

Les données précédentes peuvent se résumer de la façon suivante :

Pour un cœur d'aspect radiologique vertical les rapports des sommets R sont $R\text{ III} > R\text{ II} > R\text{ I}$ et l'angle (α) varie de 0 à 30 degrés environ.

Pour un cœur d'aspect radiologique horizontal les rapports des sommets R sont : $R\text{ I} > R\text{ II} > R\text{ III}$ et l'angle (α) varie de 30 à 60 degrés et au delà.

Le cœur normal type qui est légèrement oblique représente un angle d'inclinaison moyen intermédiaire entre les deux précédents.

Influence de la statique du corps

Les positions (assise, couchée et latérales droite et gauche) produisent des modifications qui s'expliquent par les variations qu'elles impriment à la direction de l'axe du cœur. Les expériences de WALLER, EINTHOVEN, VAQUEZ, BORDET, NICOLAI, HOFFMANN, GRAU, HERING, ont prouvé que d'une façon générale, les positions assise et couchée augmentent la hauteur de R I, tandis que R II, R III diminuent dans la position assise l'organe étant refoulé par les viscères addominaux qui rendent son axe plus horizontal ; par contre, dans la position couchée le cœur abaisse sa pointe et R III grandit.

Dans le décubitus latéral droit : R I et R II atteignent leur maximum de hauteur alors que dans le décubitus latéral gauche l'inverse se produit.

Quant à R III il est extrêmement faible dans le décubitus latéral gauche.

Influence de la respiration

Quand les mouvements respiratoires s'accompagnent de déplacements considérables de l'axe du cœur, ils provoquent des modifications correspondantes sur les électrocardiogrammes.

A. — Inspiration forcée: la pointe du cœur s'abaisse; la verticalité du cœur augmente et entraîne des modifications importantes quant à la hauteur de R qui diminue en dérivation I, mais qui augmente en D II et surtout en D III. Dans certains cas T peut disparaître.

B. — En expiration forcée, la pointe du cœur étant refoulée vers le haut, l'horizontalité du cœur augmente, ces déplacements entraînent des modifications importantes dans l'électrocardiogramme. Ce phénomène a déjà été signalé par WALLER, VAQUEZ et BORDET, et par d'autres auteurs. Ces modifications imprimées par l'expiration forcée sont doublement démonstratives sur les cœurs horizontaux. R III subit des changements considérables: ce sommet R qui est positif à l'état normal diminue progressivement, il peut même devenir nettement négatif à la fin de l'expiration (fig. 9 et 10).

CHAPITRE V

MODIFICATIONS DE L'ÉLECTROCARDIOGRAMME DANS LES DÉPLACEMENTS DU CŒUR PRO- VOQUÉS PAR UN TROUBLE DE NATURE EXTRA- CARDIAQUE

Le cœur peut être déplacé à droite, à gauche, ou refoulé vers le haut. Ces déplacements ont des causes très diverses, les unes congénitales et permanentes et les autres acquises, celles-ci pourront être permanentes ou transitoires.

Parmi ces diverses causes nous étudierons successivement les dextrocardies, la sinistocardie, les pleurésies droite et gauche, le pneumothorax, l'ascite, l'aérophagie et la réplétion gastrique.

Dextrocardie

Il est classique de diviser les dextrocardies en *congénitales* et *acquises*. Cette question a été particulièrement bien étudiée par MM. CLERC et BOBRIE, VAQUEZ et DONZELOT en ce qui concerne les dextrocardies pures.

I. — Les dextrocardies congénitales se divisent en deux groupes :

A) Le groupe des hétérotaxies qui relève toujours d'un trouble précoce de développement accompagné d'inversion des cavités cardiaques et des autres viscères (foie, rate, esto-

mac, etc.), l'aorte descendant de plus sur la paroi antéro-latérale droite de la colonne vertébrale.

Par suite de cette inversion des cavités cardiaques l'électrocardiogramme subit un renversement complet en dériv-

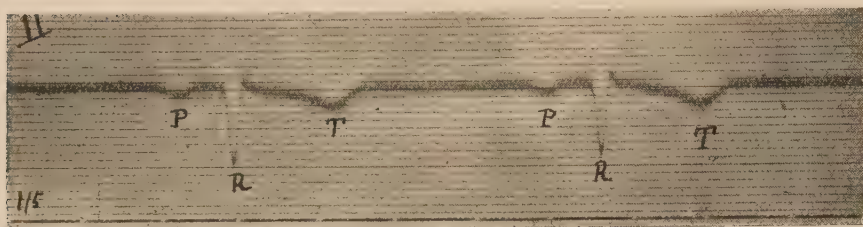


FIG. 11. — Electrocardiogramme dit « en miroir », dans un cas d'hétérotaxie en dérivation I

tion I c'est l'électrocardiogramme dit (en miroir) (figures 11 et 12). Ici la dérivation, main gauche pied droit, correspond à la dérivation II du sujet normal et la dérivation, main droite pied droit, à la dérivation III.

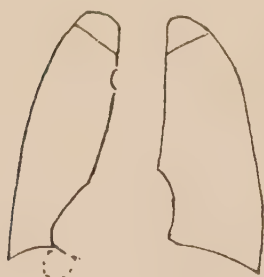


FIG. 12. — Hétérotaxie

B) Les dextrocardies pures sans aucun autre déplacement viscéral peuvent être *isolées* et ne pas s'accompagner de lésions orificielles ou *compliquées* et s'accompagner généralement de rétrécissement de l'artère pulmonaire de communication interventriculaire ou de rétrécissement aortique.

Dans les dextrocardies qui sont produites par simple action mécanique durant la vie intra-utérine, il n'existe pas d'inversion des cavités cardiaques, les courbes électrocardiographiques sont normales, à condition toutefois que le cœur ne présente aucun autre trouble.

II. — Les dextrocardies acquises ou dextroversions se pro-

duisent pendant la vie extra-utérine et par une action mécanique.

Elles apparaissent généralement à la suite d'une inflammation intra-thoracique et s'accompagnent de brides fibreuses pleuropéricardiques qui tiraillent sur le cœur et l'entraînent plus ou moins à droite de la ligne médiane. Les cavités cardiaques gardant leur rapport normal, les sommets de la courbe électrocardiographique ne subissent

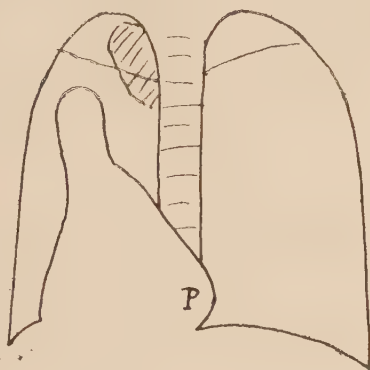


FIG. 13. — Dextrocardie par attraction
Malade de MM. MACAIGNE et GIRARD

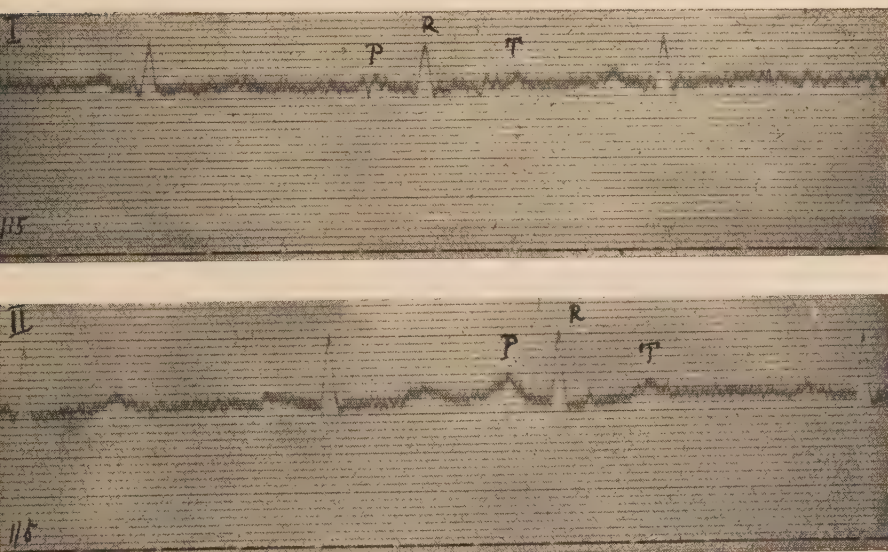


FIG. 14. — Electrocardiogramme dans un cas de dextrocardie par attraction

aucune modification bien appréciable (fig. 13-14).

Quoi qu'il en soit, la forme de l'électrocardiogramme dans

les dextrocardies sera normale ou renversée suivant qu'il y aura ou non inversion des cavités cardiaques.

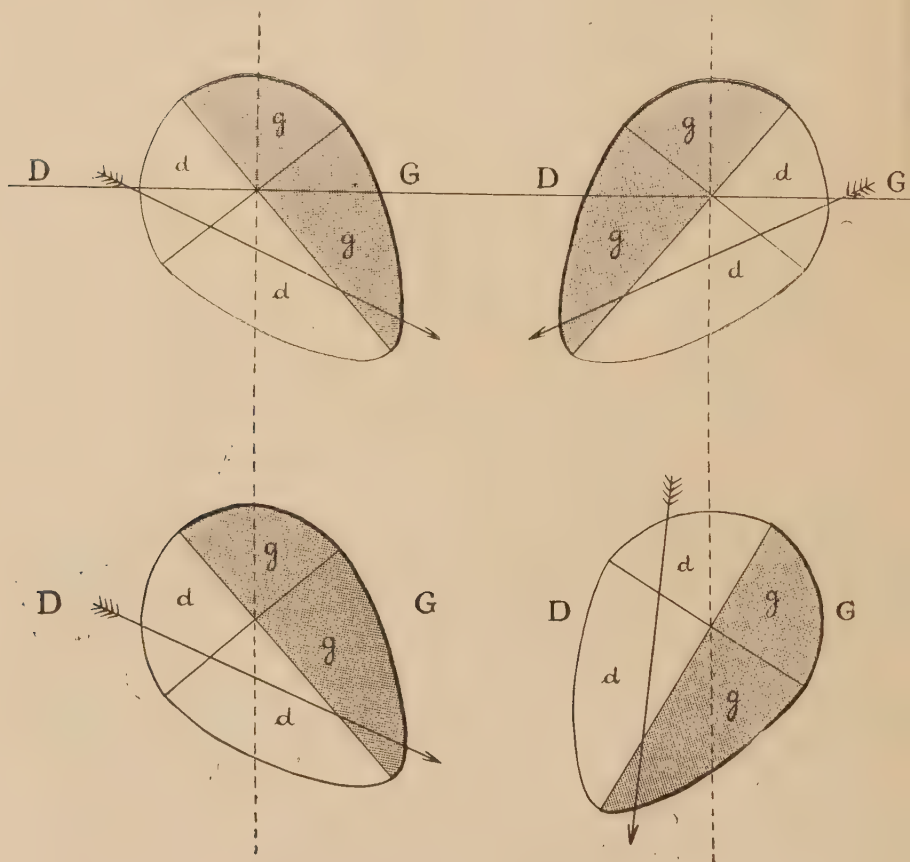


FIG. 15. — Les schémas situés à gauche de la figure, en haut et en bas, représentent la coupe d'un cœur normalement situé.

- Le schéma situé à droite et en haut de la figure, représente un cas d'hétérotaxie, avec inversion complète des cavités cardiaques et de l'axe électrique.
- Le schéma situé à droite et en bas de la figure, représente un cas de dextrocardie, sans inversion des cavités cardiaques. Dans ce dernier cas, l'axe n'est pas inversé, mais simplement incliné de droite à droite.

Etant donné que dans les cas d'hétérotaxie et de dextrocardie la direction du cœur est également déviée et inclinée de gauche à droite, *à priori* il paraît surprenant de voir une

différence aussi grande entre l'électrocardiogramme des hétérotaxies et celui des autres dextrocardies. Or ces phénomènes, si surprenants qu'ils paraissent, peuvent s'expliquer très aisément et d'une façon évidente grâce à la théorie axiale de WALLER. C'est à M. BORDET que nous devons l'interprétation qui est schématisée dans la figure 15.

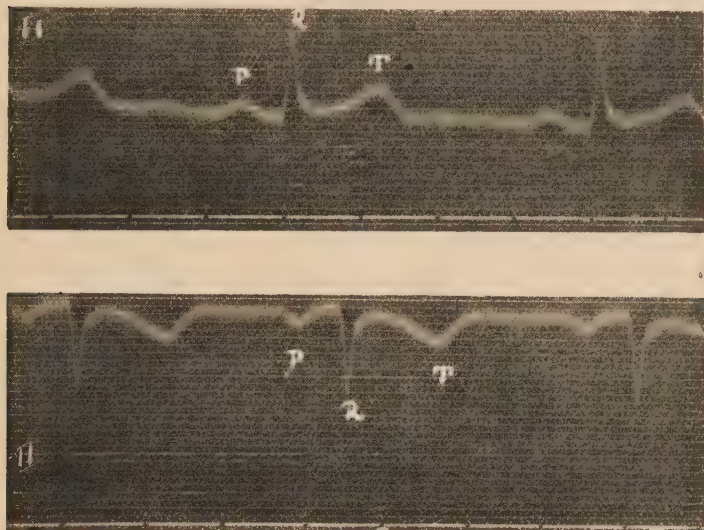


FIG. 16. — Electrocardiogramme d'un sujet normal : la courbe supérieure est normale; la courbe inférieure « en miroir » a été obtenue chez le même sujet en inversant les pôles.

Cette figure représente un premier schéma d'hétérotaxie en haut et à droite et un second schéma de dextrocardie en bas et à droite. Seul le premier s'accompagne d'inversion des cavités cardiaques : les cavités droites passant à gauche et les gauches à droite.

Dans les cas d'hétérotaxie, le cœur ayant une direction diamétralement opposée à celle d'un cœur normal, l'axe électrique va de gauche à droite, aussi la main gauche se trouve au potentiel de la base et la main droite au potentiel de la pointe. Les courants d'action recueillis ainsi en dériva-

tion I seront évidemment de sens contraire à celui des courants recueillis à l'état normal. Le sens des dérivations étant inversé, la courbe s'inscrit naturellement à l'envers et prend l'aspect dit (en miroir). Ce phénomène est comparable à celui que l'on observe sur un sujet normal quand on inverse les électrodes en dérivation I; dans ce cas la courbe se renverse et tous les sommets sont dirigés vers le bas (fig. 16).

Il n'en est pas de même dans la dextrocardie pure qui ne s'accompagne pas d'inversion des cavités du cœur. Celui-ci est incliné de gauche à droite, mais les cavités droites étant restées à droite, l'axe électrique se dirige non pas de gauche à droite mais de droite à droite, de telle sorte que le potentiel de la main droite est au potentiel de la base et le potentiel de la main gauche au potentiel de la pointe, la dérivation I donnant les courants dans le même sens qu'à l'état normal, il est tout naturel que la courbe électrocardiographique de la dextrocardie pure présente un aspect normal.

Sinistrocardies

Les sinistrocardies ou déplacements du cœur vers l'hémi-thorax gauche, sont provoquées d'ordinaire, comme nous l'avons vu pour le groupe précédent, par des adhérences pleuropéricarditiques consécutives à une affection intra-thoracique gauche.

Les cavités cardiaques gardent leur rapport normal et la courbe électrocardiographique reste tout à fait normale.

De l'électrocardiogramme dans les déviations transitoires du cœur

C'est généralement à la suite d'une pleurésie droite ou gauche de la grande cavité, d'une pleurésie enkystée, d'un

pneumothorax avec ou sans épanchement que le cœur peut être dévié soit à droite soit à gauche de la ligne médiane.

L'organe se trouvant déplacé en masse, l'orientation de l'axe électrique par rapport à la direction de l'organe ne subit que des modifications négligeables ; aussi son électrocardiogramme reste à peu près normal. Si les causes qui font naître la dextrocardie ou la sinistocardie disparaissent, l'organe reprend la position normale et les modifications corrélatives des courbes s'effacent simultanément.

A côté de ces états morbides intrathoraciques susceptibles de dévier le cœur à droite ou à gauche, il en existe d'intra-abdominaux qui refoulent le cœur de bas en haut. Ce sont l'ascite, l'aérophagie, la réplétion gastrique et la distension gazeuse du côlon et de tout le tube digestif.

Dans la grande majorité des cas les modifications de l'électrocardiogramme sont peu appréciables, et, quand elles existent elles se font dans le même sens que le mouvement plus ou moins dévié de l'axe du cœur.

L'état pathologique le plus intéressant à étudier est celui qui est causé par l'ascite ; celle-ci peut provoquer des modifications appréciables, si la quantité de liquide péritonéal est assez abondante. R devient bas et T est très souvent négatif en dérivation III, mais dès qu'on ponctionne la cavité péritonéale R reprend ses dimensions normales et T redevient positif. Ces variations sur lesquelles HOFFMANN a particulièrement insisté sont identiques à celles qui ont été observées par MM. VAQUEZ et BORDET sur un cœur simplement horizontal sous l'influence des mouvements respiratoires. L'identité des courbes dans ces deux cas s'explique aisément par ce fait qu'en cas d'ascite la pointe du cœur ainsi que l'organe tout entier étant plus ou moins refoulé vers le haut, le cœur prend une direction horizontale.

Quoiqu'il en soit toutes ces modifications électrocardiographiques que nous venons d'invoquer, peuvent s'expliquer très facilement grâce à la théorie axiale de WALLER,

CHAPITRE VI

L'ÉLECTROCARDIOGRAMME DU CŒUR PATHOLOGIQUE

L'étude de l'électrocardiogramme dans les divers états pathologiques du cœur est encore très complexe. Dans l'état actuel de nos connaissances, l'électrocardiographie ne semble pas fournir au même degré que la radiologie des renseignements décisifs et utiles en ce qui concerne le diagnostic des lésions organiques valvulaires et celui des hypertrophies auriculo-ventriculaires.

Tout au début de cette méthode, on avait cru qu'il était possible de conclure immédiatement d'après le simple examen d'un électrocardiogramme à l'existence ou à l'absence d'une lésion organique valvulaire. Il en fut de même pour les hypertrophies ventriculaires, et pour la plupart des auteurs, EINTHOVEN, NICOLAI et LEWIS, il n'était pas impossible même de préciser d'après la forme de la courbe électrique si l'hypertrophie siégeait à droite ou à gauche. Ces conclusions un peu trop affirmatives et prématurées furent infirmées par la suite. Il n'en est pas de même dans le domaine des arythmies où la méthode électrocardiographique donne des renseignements de toute première importance.

Pour la commodité de la description, nous étudierons successivement :

- 1° L'électrocardiogramme dans les hypertrophies ;
- 2° L'électrocardiogramme dans les lésions organiques valvulaires ;

L'électrocardiogramme dans les hypertrophies

S'il est vrai que certaines hypertrophies ventriculaires fournissent parfois des courbes électriques caractéristiques, il en est d'autres cependant dont les courbes ne sont pas pathognomoniques des hypertrophies. Ces dernières courbes peuvent même être confondues avec des courbes électriques provenant d'un sujet indemne de toute affection cardiaque. Les recherches de MM. VAQUEZ et BORDET à ce sujet, sont véritablement concluantes.

En déterminant la configuration extérieure et les dimensions du cœur par l'orthodiographie, et en s'appuyant sur la valeur de l'angle (α) déterminé par les procédés que nous avons déjà donnés plus haut, MM. VAQUEZ et BORDET ont démontré :

1° Qu'un cœur normal ayant à peu près une direction verticale ou horizontale peut fournir des courbes électriques identiques à celles qu'on obtient dans un cas d'hypertrophie ventriculaire droite ou gauche ;

2° Inversement, nombre d'hypertrophies ventriculaires droites ou gauches fournissent des courbes électriques tout à fait normales, toutes les fois que dans son ensemble l'hypertrophie cardiaque donne à l'axe électrique de l'organe une direction légèrement oblique que l'on peut considérer comme étant la direction normale type. Il en résulte que les modifications des tracés électriques dans l'hypertrophie ventriculaire ne seraient pas fonction de cette hypertrophie mais du déplacement que cette dernière fait subir à l'organe ou à son *axe électrique*. En voici quelques exemples :

1° Les figures 17 et 18 représentent l'électrocardiogramme d'un sujet de seize ans atteint de communication interventriculaire ; le cœur était globuleux et les dimensions du

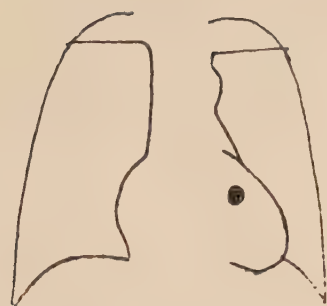


FIG. 17. — Communication interventriculaire, hypertrophie du ventricule droit

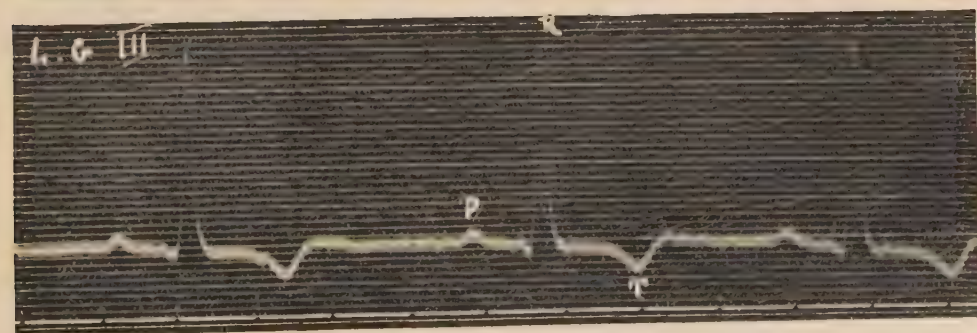
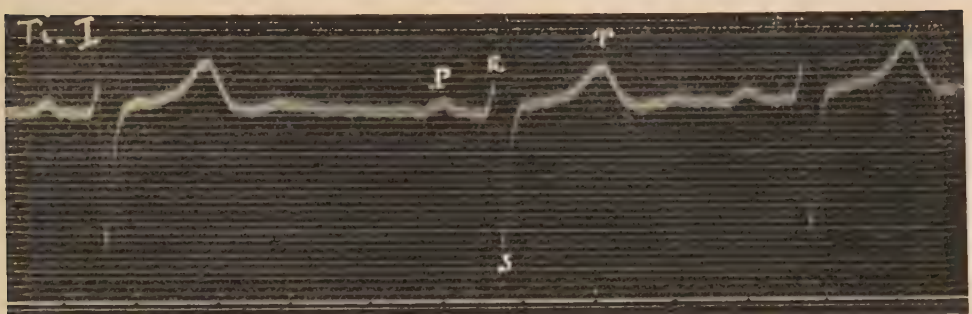


FIG. 18. — Hypertrophie ventriculaire droite

ventricule droit étaient nettement supérieures à la normale. Dans ce cas en dérivation I, R est très petit et S, est très accusé. En dérivation III, c'est l'inverse R, est très grand et S, n'existe plus.

Les relations de R étant :

$R\text{ III} > R\text{ II} > R\text{ I}$ et la valeur de l'angle α étant de 35 degrés, il est permis de se demander s'il ne s'agit pas là d'une hypertrophie ventriculaire ou simplement d'un cœur vertical dont les rapports de R sont à peu près identiques à ceux que nous venons de donner dans la formule précédente.

Or l'examen radioscopique vient confirmer cette présomption, puisque le cœur présentait dans son ensemble une direction sensiblement verticale.

2° Dans un second cas il s'agissait d'une insuffisance mitrale classique avec hypertrophie ventriculaire gauche dont la pointe était fortement rejetée en dehors.

Dans ce cas à l'inverse de ce qui se passait dans l'hypertrophie ventriculaire droite R, était très grand en dérivation I, très petit en dérivation III, par contre S, était considérable dans cette dernière dérivation.

Ici les variations de R, étant :

$R\text{ I} > R\text{ III} > R\text{ II}$ et la valeur de l'angle α étant de 35 degrés le cœur devait être horizontal ; on pouvait aussi se demander si on n'était pas en présence d'une hypertrophie ventriculaire gauche, ou d'un cœur horizontal puisque les rapports du sommet R sont identiques dans les deux cas.

Or, l'examen radioscopique nous révéla un cœur horizontal dont l'horizontalité était due à l'hypertrophie.

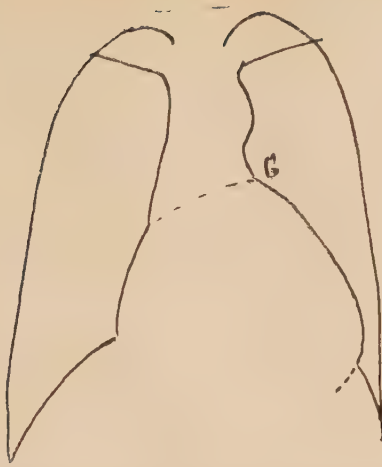


FIG. 19. — Insuffisance aortique, hypertrophie considérable du ventricule gauche

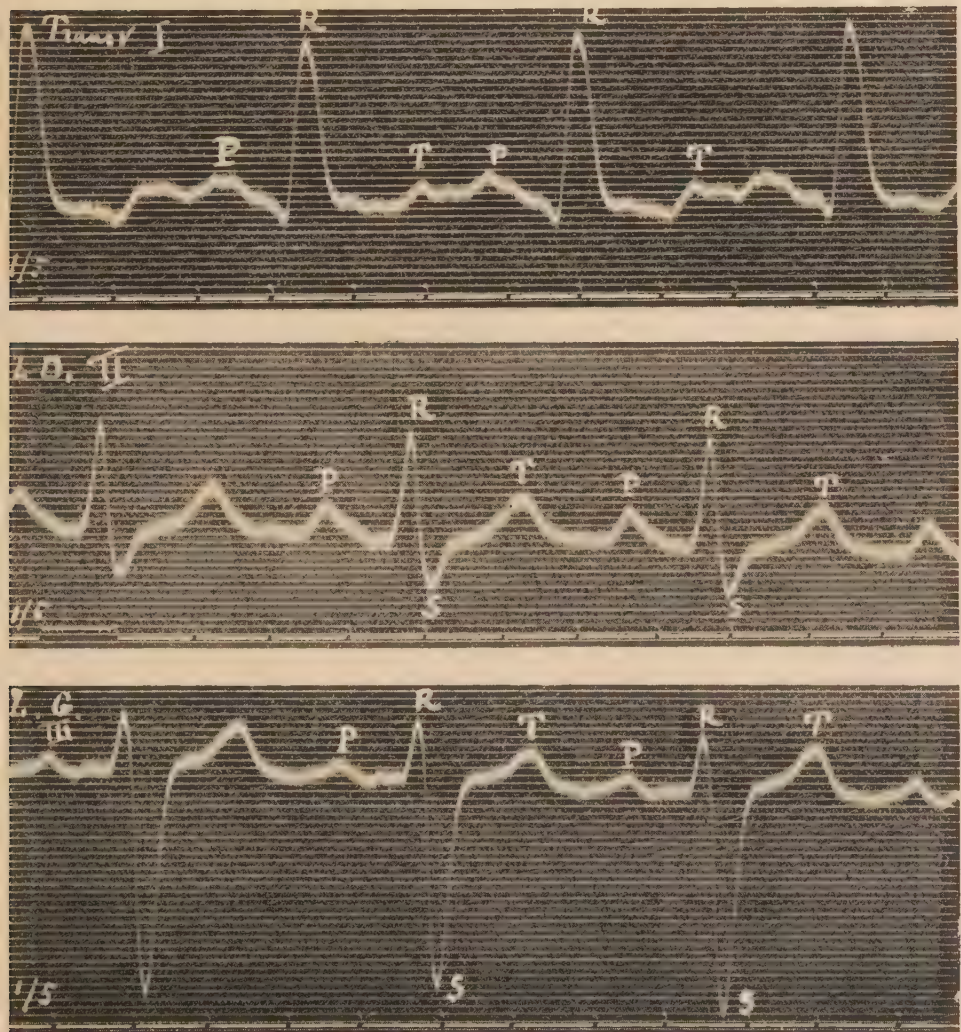


FIG. 20. — Hypertrophie ventriculaire gauche

Hypertrophies ventriculaires avec courbes électrocardiographiques normales

Dès le début de ce chapitre nous avons fait remarquer que les hypertrophies ventriculaires droites ou gauches peuvent



FIG. 21. — Symphyse cardiaque

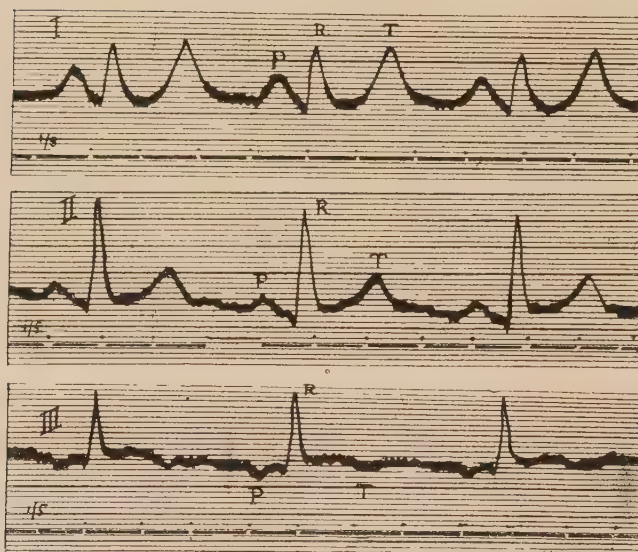


FIG. 22. — Electrocardiogramme d'un cas de symphyse cardiaque. Pas de modifications notables du côté de la courbe, les adhérences péricardiques ayant permis à l'axe de conserver sa direction à peu près normale.

donner des électrocardiogrammes presque normaux quand elles ne modifient en rien la direction de l'axe électrique du cœur.

Le cas des figures 21 et 22, concerne un jeune homme atteint de lésion mitrale avec symphyse cardiaque. Les deux

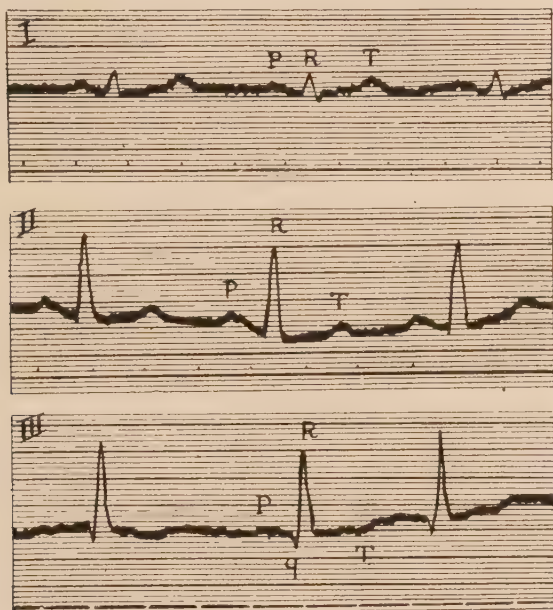


FIG. 23. — Sténose mitrale sans hypertrophie ventriculaire. Cette courbe atypique sans hypertrophie ventriculaire, est due à la déviation de l'axe électrique du cœur, celui-ci ayant subi un mouvement de bascule du fait de l'hypertrophie de l'oreillette gauche.

ventricules droit et gauche étaient considérablement hypertrophiés et la pointe immobilisée dans les différentes positions. La fixité de la pointe et de tout l'organe par suite des adhérences péricardiques ayant permis à l'axe électrique ou anatomique de conserver sa direction normale, les courbes électrocardiographiques obtenues dans les trois dérivations ne diffèrent alors en rien ou presque, de celles d'un électrocardiogramme normal malgré l'hypertrophie considérable de

l'organe. Les hauteurs des sommets R, correspondent ici à celles de la table de LEWIS. Quant à leurs rapports ils sont tout à fait normaux.

La figure 23 représente l'électrocardiogramme d'un cœur atteint de sténose mitrale mais n'ayant aucune hypertrophie ventriculaire droite ni gauche, cependant la formule ;

$R\ III > R\ II > R\ I$ de ce tracé électrocardiographique rappelle de très près celle d'une hypertrophie ventriculaire droite. Or nous savons que dans l'hypertrophie ventriculaire droite, la formule correspondant aux rapports du sommet R est identique à celle d'un cœur vertical indemne de toute lésion organique. Dans le cas présent il s'agit en effet d'un cœur vertical ne présentant aucune hypertrophie ventriculaire, l'atypicité de sa courbe électrocardiographique vient uniquement de la verticalité de l'organe qui a été légèrement basculé par l'hypertrophie de l'oreillette gauche consécutive à la sténose mitrale.

WALLER a rapporté un certain nombre de faits de cet ordre dans lesquels les courbes électrocardiographiques avaient conduit au diagnostic d'hypertrophie droite ou gauche alors qu'il s'agissait de cœurs tout fait normaux. C'est plus particulièrement à des faits de cet ordre que l'on doit appliquer la dénomination de *prépondérance électrique* droite ou gauche. L'apparition sur un électrocardiogramme de semblables modifications n'implique donc pas toujours et d'une façon absolue l'existence d'une hypertrophie droite ou gauche. Ce n'est qu'un signe de probabilité que l'on devra toujours contrôler devant l'écran radioscopique.

La direction de l'axe vertical ou horizontal, suffit parfois à modifier la forme et la hauteur des sommets de l'électrocardiogramme. Toutes ces modifications sont une affirmation de plus de la théorie axiale de WALLER. Elle seule donne la raison de ce fait que les courbes électrocardio-

graphiques et les formules relatives aux rapports des sommets R sont identiques dans l'hypertrophie droite et dans le cœur vertical d'une part, dans l'hypertrophie gauche et dans le cœur horizontal d'autre part (Revoir les figures 5, 6, 7 qui sont particulièrement démonstratives et conformes aux données ci-dessus).

De tout cela il résulterait que l'hypertrophie de la masse ventriculaire n'interviendrait pas directement et d'une façon constante pour modifier la hauteur et les rapports des sommets électrocardiographiques dans les hypertrophies. C'est l'axe électrique dont la direction varie, suivant les variétés d'hypertrophies, qui semble jouer un rôle prépondérant dans l'apparition de ces troubles. Toutefois MM. VAQUEZ et BORDET, qui ont décrit tout récemment *la théorie de la masse ventriculaire*, considèrent que celle-ci n'est pas à négliger.

Leur hypothèse ne diminue en rien la valeur de la théorie axiale de WALLER; elle ne fait qu'introduire un nouvel élément susceptible d'expliquer certaines modifications électrocardiographiques propres à l'hypertrophie de la masse ventriculaire.

Voici la théorie telle que MM. VAQUEZ et BORDET l'ont décrite:

« Le courant dérivé vers la courbe du galvanomètre traverse à partir du cœur, des couches de parenchyme et de tissus d'inégale épaisseur, ce qui n'est pas sans agir notablement sur les variations de potentiel du courant. Mais le courant se transmet aussi à travers les parois même du cœur et les variations de potentiel peuvent tenir pour une part à l'importance plus ou moins grande de leur masse. Ainsi l'hypertrophie agirait de deux façons: d'abord sur la position du cœur et ensuite sur le mode de propagation du courant. Cette double action peut s'exercer dans le même sens, auquel cas les axes électriques et anatomiques ont le même angle, ou dans un sens non parallèle, ce qui expli-

querait à la fois la différence des angles et celle des courbes électriques. Cette hypothèse ne diminue en rien la valeur de la loi de WALLER car elle laisse à la direction axiale un rôle fondamental dans la détermination des sommets R et S. Elle ne fait qu'introduire un élément nouveau en donnant à la masse ventriculaire, la possibilité d'intervenir pour modifier l'électrocardiogramme. »

CHAPITRE VII

DE L'ÉLECTROCARDIOGRAMME DANS LES LÉSIONS ORIFICIELLES

Les lésions valvulaires, ne fournissent pas des courbes électrocardiographiques bien définies. Celles ci ne diffèrent en rien de l'électrocardiogramme normal, si la lésion bien compensée ne s'accompagne pas d'hypertrophie des cavités cardiaques, et si le rythme normal du cœur est conservé. Mais dès que la lésion valvulaire retentit sur la petite ou sur la grande circulation, les troubles qui s'ensuivent s'additionnent et donnent naissance à des courbes très variées.

Cependant des modifications spéciales aux sommets P et R ont été signalées par certains auteurs, entre autres par EINTHOVEN, SAMOILOFF et STERLMISKY, KRAUS et NICOLAI.

Nous les résumerons en étudiant sommairement les caractères particuliers des sommets dans chacune des lésions valvulaires cardiaques.

Rétrécissement mitral

D'une façon générale, la sténose mitrale bien compensée est caractérisée par un renforcement de l'ondulation P. La diminution de ce sommet indiquerait l'affaiblissement de l'activité auriculaire.

A propos de l'affaiblissement ou de la disparition complète

du sommet P dans la sténose mitrale les opinions sont différentes. Encore aujourd'hui, KRAUS et NICOLAI attribuent l'absence de l'onde P à une paralysie de l'oreillette, tandis que SAMOILOFF et STESHEUSKY pensent que cette absence traduit seulement l'insuffisance de l'oreillette, dont l'activité est très affaiblie tout en étant conservée.

Dans les nombreux cas que nous avons observés à la clinique du professeur VAQUEZ à l'Hôpital de la Pitié nous avons constaté que P est toujours présent dans les électrocardiogrammes des sténoses mitrales bien compensées. Les dimensions de P varient suivant les sujets et suivant les dérivations.

Dans les sténoses mitrales mal compensées, les variations de P sont sous la dépendance des troubles du rythme du cœur ou de l'hypertrophie cardiaque tel le cas de la (fig. 23).

Dans ces cas P peut s'atténuer, disparaître ou s'inverser, son rythme peut être en même temps considérablement altéré. La hauteur et le rapport des sommets du complexe ventriculaire ne peuvent varier que si des troubles apparaissent soit du côté du volume du cœur soit du côté de son rythme.

Insuffisance mitrale

Le sommet R peut être très accentué. Il est tantôt positif, tantôt négatif et entre ces deux formes extrêmes on peut trouver tous les intermédiaires. L'accentuation du sommet R a été attribuée par EINTHOVEN au renforcement de la systole ventriculaire.

Actuellement l'on sait que cette accentuation apparaît dans les insuffisances mitrales s'accompagnant d'hypertrophie ventriculaire.

Si l'hypertrophie siège à droite R est négatif en dérivation I et positif en dérivation III (voir fig. 48). Mais

dans cette dernière dérivation T est généralement inversé.

Si l'hypertrophie siège à gauche, c'est l'inverse, R est positif en dérivation I et négatif en dérivation III. Dans cette dernière dérivation le plus souvent R s'affaïsse notablement, S prend une prépondérance marquée (voir fig. 20).

Rétrécissement aortique

Il n'existe aucune modification pathologique du rétrécissement aortique pur isolé. Les modifications qu'il imprime à l'électrocardiogramme sont subordonnées à l'apparition de l'hypertrophie ventriculaire gauche.

Insuffisance aortique

POUR EINTHOVEN, l'électrocardiogramme de l'insuffisance aortique serait caractérisé par l'accentuation considérable de la pointe S, autrement dit par l'inversion de R (fig. 24).

Nombre d'auteurs ont signalé dans ces insuffisances des courbes différentes de celles qu'a présentées EINTHOVEN. Dans les nombreux cas que nous avons observés (S) est très prononcé toutes les fois que l'insuffisance aortique s'accompagne de l'hypertrophie du ventricule gauche dont la pointe se trouve abaissée. Mais dès que la lésion aortique s'accompagne d'autres lésions, d'une lésion mitrale en particulier, la courbe se modifie, S diminue, et R prend des proportions plus ou moins accusées. Nous verrons que toutes ces variations sont dues aux localisations de l'hypertrophie cardiaque, suivant que celle-ci intéresse le ventricule gauche seulement, ou les deux ventricules à la fois.

Le sommet T n'est point modifié.

En dehors de ces légères variations que nous venons de signaler, les lésions organiques valvulaires n'ont pas d'électrocardiogrammes spécifiques. Les courbes sont normales

tant que la lésion est bien compensée ; les lésions valvulaires ne produisent pas par elles-mêmes de modifications électrocardiographiques appréciables. Quand celles-ci apparaissent, elles sont dues soit à l'hypertrophie des cavités cardiaques (v. chap. des hypertrophies) qui modifie la direction de

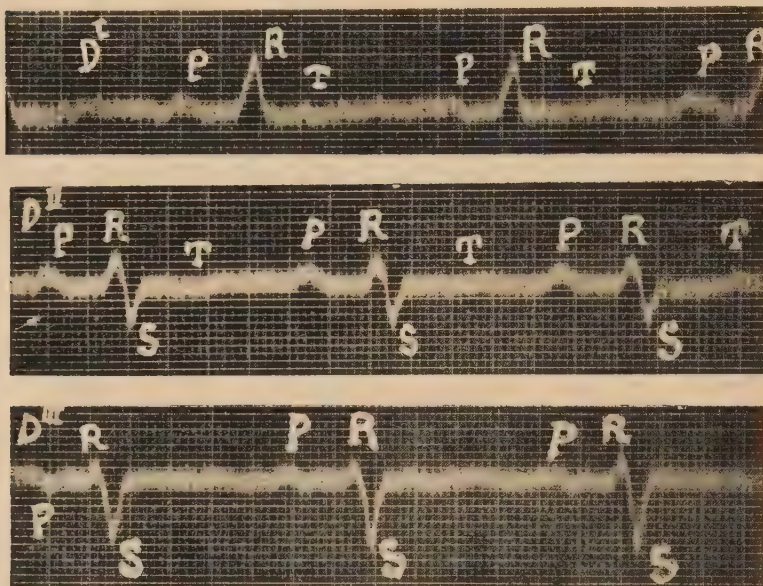


FIG. 24. — Insuffisance aortique avec hypertrophie du ventricule gauche

l'organe et de son axe, soit aux troubles de la conductibilité et de la contractilité qui modifient le rythme normal du cœur.

Electrocardiogramme dans les lésions congénitales

Les lésions valvulaires congénitales ne donnent aucun électrocardiogramme typique. Chacune d'elles fournit des courbes variées suivant les lésions qui lui sont généralement associées (hypertrophie, dextrocardie, etc.). Suivant que ces lésions retentissent sur les cavités droites ou gauches ou sur

les deux à la fois les troubles sont identiques à ceux des hypertrophies.

En résumé, les lésions valvulaires, qu'elles soient congénitales ou acquises, ne présentent des courbes électrocardiographiques atypiques, que si le rythme normal du cœur est troublé ou si ces lésions s'accompagnent d'hypertrophie des cavités cardiaques par retentissement sur la grande et la petite circulation.

Ainsi donc, toutes les variations électrocardiographiques qui apparaissent sous l'influence des hypertrophies nous sont maintenant connues. Quant à celles qui peuvent résulter des troubles de la conductibilité et de la contractilité, nous allons les étudier en détail dans le chapitre suivant que nous consacrons aux arythmies.

CHAPITRE VIII

DE L'ÉLECTROCARDIOGRAMME DANS LES ARYTHMIES

Notions générales sur lesquelles s'appuie l'étude des arythmies

L'étude des arythmies cardiaques a donné lieu depuis vingt ans à un grand nombre de travaux de la plus haute importance.

Citons notamment ceux de MACKENZIE, NORRIS, HEWLETT, en Angleterre, ceux de HERING, WENCKEBACH, KNOLL, LOMMEL, GERHARDT en Allemagne, et ceux de notre Maître M. le professeur Vaquez qui ont contribué à mettre au point cette question jusqu'alors négligée en France.

Après la découverte des fonctions essentielles du muscle cardiaque et la découverte dans le cœur des mammifères des restes du tube cardiaque primitif et de son rôle physiologique, la lumière ne se fit dans le chaos des arythmies qu'à la suite de l'introduction des méthodes graphiques dans la clinique.

1. La sphymographie qui a été décrite par MAREY et perfectionnée par POTAIN ne fut utilisée d'abord que pour expliquer certains accidents cardiaques qui surviennent au cours des cardiopathies. Ce n'est que plus tard qu'on eut l'idée de l'appliquer à l'étude du rythme normal et pathologique du cœur.

2. La radiologie, qu'on range parmi les méthodes gra-

phiques, ne nous renseigne que sur le volume du cœur et secondairement sur sa valeur fonctionnelle. Elle n'apporte aucun élément important en ce qui concerne l'étude des arythmies.

3. Enfin la méthode électrocardiographique qui est la dernière acquisition de la clinique cardiologique et qui fournit des renseignements très précieux dans le domaine des arythmies, a été simplifiée après la découverte du galvanomètre à corde D'EINTHOVEN. Depuis l'électrocardiographie peut s'appliquer à tous les sujets et n'offre aucun des inconvénients de la méthode sphymographique qui présente parfois des difficultés insurmontables.

Tous ceux qui ont manié les appareils sphymographiques savent combien parfois l'enregistrement des phlébogrammes est difficile chez certains sujets, en particulier chez les obèses dont les foyers jugulaires ne sont pas toujours faciles à explorer.

D'autre part il est des cas, à foyers jugulaires très accessibles et chez lesquels les tracés plébographiques ne peuvent être enregistrés même par des expérimentateurs habiles et avertis. Ce sont là des cas particuliers ou des cas pathologiques tels, que *l'auricular flutter* et la *fibrillation* où les contractions auriculaires sont si accélérées et leur amplitude tellement diminuées qu'elles ne peuvent plus être enregistrées avec le sphymographe en usage.

Or, la méthode électrocardiographique s'applique à tous les sujets et enregistre toutes les variétés des contractions auriculaires et ventriculaires si nombreuses et si irrégulières qu'elles puissent être ; grâce à un système de prises électriques, l'électrocardiographie est possible dans la position assise, couchée au lit du sujet et dans n'importe quelle position.

Ces tracés peuvent même être inscrits à une certaine distance des installations électrocardiographiques. EINTHOVEN le premier eut l'idée ingénieuse de relier par des fils conduc-

teurs son laboratoire de physiologie où se trouvait un galvanomètre à corde, à l'hôpital de l'Université de Leyde; cela lui permit d'enregistrer les électrocardiogrammes de nombreux malades atteints de diverses affections cardiaques.

Si les applications électrocardiographiques ont été peu fécondes en ce qui concerne l'étude des lésions organiques valvulaires et les hypertrophies cardiaques, dans lesquelles seule la radioscopie donne des renseignements décisifs, il n'en est pas de même dans l'étude des arythmies.

Dans les paragraphes suivants, nous essayerons de mettre en évidence la valeur séméiologique, l'intérêt clinique et les renseignements d'ordre thérapeutique qu'il est possible de tirer de cette nouvelle méthode en ce qui concerne ses applications à l'étude des arythmies.

Avant d'entrer dans les détails des courbes électrocardiographiques que l'on rencontre dans les diverses variétés d'arythmies, il nous a paru utile d'exposer les propriétés fondamentales du muscle cardiaque et le mécanisme de la contraction physiologique du cœur.

Etude des cinq propriétés du muscle cardiaque

A l'état normal, sous l'influence de l'automatisme cardiaque le cœur se contracte rythmiquement, suivant un ordre constant : La contraction ou systole qui débute au niveau du sillon sino-auriculaire se transmet à l'oreillette et de là après une période de repos ou de latence ($1/5$ de seconde, qui correspond à la diastole) elle se propage aux ventricules.

D'après la théorie myogène aujourd'hui communément admise, l'automatisme cardiaque trouverait dans le cœur même, la cause de tous ses mouvements et le système nerveux qui exerce une influence indéniable sur les fonctions particulières du myocarde n'interviendrait que pour exciter

ou réfréner l'activité cardiaque. Tel est le rôle du sympathique d'une part, et du pneumogastrique d'autre part.

L'automatisme cardiaque qui règle la rythmicité des mouvements du cœur est donc étroitement lié aux propriétés fondamentales du myocarde.

Ces propriétés sont au nombre de cinq :

- 1° L'excitation ou stimulus ;
- 2° L'excitabilité ;
- 3° La conductibilité ;
- 4° La contractilité ;
- 5° Et la tonicité.

L'excitation ou stimulus

L'excitation ou stimulus, acte initial de la contraction cardiaque, aurait, comme l'ont montré GASKEL, ENGELMAN et d'autres, son point de départ normal au niveau du sinus, à l'embouchure de la veine cave supérieure dans l'oreillette droite et de là se propagerait vers les oreillettes et les ventricules à travers un système de fibres neuro-musculaires que nous étudierons plus loin.

L'origine de cette excitation est dans le cœur lui-même ; elle est provoquée par les oscillations périodiques de la pression sanguine intra-cardiaque, qui incitent le muscle cardiaque à se contracter. Cette pression est produite par le passage du sang dans les cavités cardiaques.

Le stimulus se renouvelle à des intervalles déterminés. La fonction qui règle le rythme de son apparition est dite *chronotrope*.

Diverses influences peuvent agir sur la production du stimulus, l'accélérer ou le retarder. Dans le premier cas ces influences sont dites positivement chronotropes et dans le second négativement chronotropes.

L'excitabilité

L'excitabilité est la réceptivité de la fibre musculaire pour l'excitation ; suivant la comparaison d'Engelman, c'est l'amorce qui va réagir sous le choc du chien qui se rabat. Comme l'amorce n'est pas toujours de qualité indentique, le degré d'excitabilité varie suivant l'état du muscle et l'intensité des excitants. Le seuil de l'excitabilité, point où se manifeste l'excitabilité, varie selon les excitants qui tendent à le franchir.

Les conditions favorables ou défavorables à la production de cette excitabilité sont dites d'une part action *positivement bathmotrope*, dans le second cas *négativement bathmotrope*.

La conductibilité

La conductibilité ou propriété *dromotrope* est celle qui consiste dans la faculté dévolue à la fibre musculaire de conduire le long de sa propre étendue et de transmettre à la fibre suivante l'excitation qu'elle a reçue.

Les influences qui accélèrent la conductibilité sont dites positivement dromotropes et celles qui la ralentissent sont dites négativement dromotropes.

La contractilité

Sous l'influence de l'excitation la fibre musculaire excitable réagit en se contractant. A l'inverse des muscles striés qui se tétnisent sous l'influence des excitations répétées, le muscle cardiaque offre cette propriété essentielle d'être périodiquement inexcitable (MAREY, 1876 ; DASTRE, 1882). Cette phase pendant laquelle les excitations demeurent inefficaces est dite période réfractaire de MAREY.

La contractilité a reçu le nom de pouvoir inotrope. Les influences qui facilitent son apparition sont dites positivement inotropes, dans le cas contraire négativement inotropes.

La tonicité

La tonicité qui a été particulièrement bien étudiée par GASKEL, GOSSAGE, et par M. VAQUEZ compte parmi les propriétés essentielles du myocarde. Elle permet d'éclairer la pathogénie de certains accidents qui surviennent au cours de la dilatation cardiaque.

* * *

Telles sont les propriétés essentielles du myocarde et qui contribuent à assurer le rythme du cœur.

Le mécanisme spécial de la contraction cardiaque est assuré par *deux systèmes très différents de fibres musculaires* qui sont en collaboration étroite avec ces propriétés fondamentales de la fibre musculaire. Ce sont :

1° Un système de fibres différenciées, représenté par les faisceaux musculaires striés qui forment la musculature propre du cœur dont les cinq propriétés fondamentales nous sont déjà connues ;

2° Un système de fibres non différenciées, fibres de PURKINJE, qui joue un rôle essentiel dans l'apparition et la propagation du stimulus à travers les divers segments du muscle cardiaque. C'est le *faisceau primitif* qui est à la base de l'étude des arythmies. En étudiant sa structure, son origine et son trajet, il nous sera plus aisé de comprendre les divers troubles qui peuvent apparaître quand un point quelconque de ce faisceau est irrité ou lésé.

Faisceau primitif

Le faisceau primitif est formé d'un système de fibres embryonnaires non différenciées, de structure très spéciale

(fibres de PURKINJE) qui sont englobées dans la masse musculaire cardiaque de nouvelle formation. Ce faisceau représente dans le cœur humain le reliquat du tube cardiaque primitif de l'embryon.

Le stimulus du cœur qui prend son origine au niveau du sinus (sillon sino-auriculaire) n'est transmis aux oreillettes et de là aux ventricules que grâce à ce système de fibres qui va de l'embouchure de la veine cave supérieure à la pointe du cœur.

Les fibres neuro-musculaires qui représentent les restes embryonnaires du tube cardiaque primitif ont une structure spéciale qui varie suivant les régions.

Au niveau des amas encore appelés nœuds, elles sont très grêles, striées et munies de noyaux allongés ; par contre au niveau des faisceaux de conduction elles sont épaisses, presque tubulaires et prennent plus particulièrement l'aspect des fibres décrites par PURKINJE. Ce sont les fibres de conduction d'ASCHOFF et TAWARA.

Toutes ces fibres présentent une caractéristique intéressante, elles contiennent beaucoup de glycogène ; ce qui est la marque d'une grande activité physiologique, et sont mêlées dans leur parcours à un grand nombre de fibres et de cellules nerveuses.

Ces fibres embryonnaires forment au niveau de l'embouchure de la veine cave supérieure et sur son bord droit un premier amas qui est le noyau sinusal, *noyau sino-auriculaire* ou nœud de KEITH et FLACH. Il se continue en haut avec les fibres de PURKINJE qui montent derrière la veine cave dans l'épaisseur même de sa paroi, et en bas avec un système d'autres fibres qui descendent et plongent dans l'épaisseur de la paroi de l'oreillette droite. Ces dernières fibres descendantes vont, les unes à la paroi postérieure de l'oreillette droite et se perdent dans l'épaisseur même de cette paroi et

les autres forment un faisceau particulier dit *faisceau de WENCKEBACH* qui se dirige dans le septum interauriculaire sous le foramen oval, et descend jusqu'à l'insertion de la valve interne de la tricuspide, pour rejoindre un second amas de fibres c'est le nœud d'ASCHOFF et TAWARA. A ce nœud aboutissent d'autres fibres qui viennent d'un amas rudimentaire placé sur le pourtour du *sinus coronaire* de l'oreillette droite qui à son tour reçoit des fibres provenant du nœud sino-auriculaire.

Du nœud de TAWARA qui est situé tout près de l'insertion de la valve interne de la tricuspide, part le *faisceau auriculo-ventriculaire* proprement dit, qui se dirige sur une longueur de 2 centimètres horizontalement vers la droite passant dans le cœur du veau, où on l'étudie le plus facilement, à droite du corps fibreux central du cœur vers la pars membranea septi du ventricule. A la hauteur de cette membrane, en un point qui siège un peu en avant de l'extrémité antérieure de la valve interne de la tricuspide, ce faisceau principal se divise en deux branches, l'une droite et l'autre gauche.

La gauche, plus longue que la droite, se dirige obliquement en dehors et à gauche traverse le septum interventriculaire qui l'entoure d'une véritable gaine musculaire et vient se placer sur la face gauche, du septum interventriculaire sous l'endocarde, en un point situé à l'union des valves sigmoïdes aortiques antérieure droite et postérieure. Elle descend verticalement vers la pointe où elle se recourbe en anse, pour venir se terminer à la base après un court trajet. Cette branche gauche, avant de se terminer à la base par des arborisations destinées au myocarde, fournit tout d'abord au niveau même de son anse une série de fibres spéciales ou fibres de PURKINJE qui viennent se perdre dans le myocarde de la pointe et les piliers contractiles de la mitrale.

Quant à la branche droite qui est appliquée sous l'endo-

carde de la face droite du septum interventriculaire, elle descend parallèlement à la branche gauche et comme elle, se termine au niveau de la base après un trajet récurrent, et après avoir donné au niveau de l'anse un premier groupe de fibres de PURKINJE destinées à la pointe.

En résumé le *faisceau primitif* se compose donc d'un premier nodule (nodule de KEITH et FLACK), puis d'un faisceau de fibres, *faisceau de WENCKEBACH* qui unit le nodule précédent au nœud d'ASCHOFF et TAWARA. Ce dernier marque l'origine d'un second faisceau dit *faisceau auriculo-ventriculaire* ou faisceau de PALADINO-HIS, appelé aussi faisceau de GASKEL-KENT du nom des deux auteurs qui l'on décrit pour la première fois (1883-1892) chez les Batraciens et chez les mammifères.

Le *faisceau de HIS* se compose donc, d'un petit faisceau que réunit le *sinus coronaire* au nœud de TAWARA, de ce nœud même, du tronc principal qui en part et de *ses deux branches terminales*, dont l'une appartient au ventricule droit et l'autre au ventricule gauche.

De par son origine et de par sa structure spéciale le faisceau primitif représente la partie la plus excitable du muscle cardiaque et sa portion sinusale ou nœud de KEITH et FLACK représente à son tour le centre le plus excitable de ce faisceau.

Aussi normalement, c'est à ce niveau que le stimulus moteur prend son origine. Né de ce module de KEITH et FLACK, l'excitation contractile normale se transmet progressivement aux différentes portions du cœur en empruntant le trajet propre au faisceau primitif depuis l'embouchure de la veine cave supérieure jusqu'à la pointe du cœur. Ces excitations qui donnent naissance au rythme normal ou sinusal sont dites *normotopes*, par opposition aux excitations hétérotopes qui naissent en dehors du foyer sinusal.

Les excitations *hétérotopes* peuvent prendre naissance en n'importe quel point du faisceau primitif, quand pour une rai-

son quelconque (par suite d'une inflammation, irritation, intoxication ou d'une lésion dans le voisinage ou sur le faisceau primitif), ce point devient plus excitable que le foyer sinusal. Les contractions cardiaques auxquelles elles donnent naissance, par opposition avec les contractions normales ou systoles, sont dites extrasystoles. Suivant la localisation du point d'excitation l'extrasystole est sinusale, auriculaire, auriculo-ventriculaire ou nodale (noyau de TAWARA) ou ventriculaire. Nous les étudierons successivement dans le chapitre de l'arythmie extrasystolique.

On voit donc quel rôle essentiel est dévolu au faisceau primitif du cœur. C'est aux excitations anormales de ce faisceau que la majorité des auteurs (les neurogénistes) attribuent l'apparition du stimulus en dehors du sinus. Ainsi le faisceau primitif semble jouer un rôle essentiel dans l'apparition des extrasystoles et des autres variétés d'arythmie).

Par contre d'autres auteurs (les myogénistes) attribuent un rôle très important à la musculature cardiaque et admettent que le stimulus moteur peut naître en dehors du faisceau primitif dans les parois même de l'oreillette par suite d'une irritabilité exagérée de l'organe. Mais on peut leur objecter qu'étant donné les arborisations multiples des fibres de Purkinje et leur intrication avec les fibres musculaires du myocarde, la limite de séparation entre ces deux systèmes de fibres nous apparaît comme très hypothétique. Il serait plus logique, d'attribuer aux seules fibres du faisceau primitif la genèse du stimulus et la voie de transmission empruntée par celui-ci pour se propager dans les différents segments du cœur.

Quoiqu'il en soit, les différents faits que nous venons de passer très sommairement en revue sont essentiels à la compréhension du mécanisme de la contraction du cœur et des divers phénomènes électriques qui l'accompagnent.

CHAPITRE IX

DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE DANS L'ÉTUDE DES ARYTHMIES

Nous n'avons pas à rentrer ici dans l'étude clinique des arythmies. En France, aux travaux de toute première importance de M. le professeur VAQUEZ sont venus s'ajouter au cours de ces dernières années tous ceux qu'il inspira à ses élèves, entre autres ceux de MM. ESMEIN, CLARACK, LECONTE, DONZELOT, etc., où l'on trouvera tous les détails qui concernent les diverses variétés d'arythmies.

Ici comme dans les chapitres précédents, nous nous appliquerons avant tout à démontrer avec des électro cardiogrammes à l'appui la valeur séméologique et l'intérêt pratique de la méthode électrocardiographique.

Pour la commodité de la description et pour l'exposé des principaux tracés que nous avons recueillis chez nombre de malades nous suivrons l'ordre que M. VAQUEZ a adopté dans la classification des arythmies.

CLASSIFICATION DES ARYTHMIES

Cette classification qui a été donnée par MACKENZIE et HERING repose sur la base de la physiologie du cœur et répond mieux que toutes les autres aux besoins de la clinique. Elle comprend la totalité des arythmies que nous connaissons jusqu'ici, elles sont rangées sous les cinq dénominations suivantes :

- 1° Les arythmies sinusales ;
- 2° L'arythmie extrasystolique qui résulte d'un trouble de l'excitabilité cardiaque à laquelle se rattachent les tachycardies paroxystiques ;

3° L'arythmie complète à laquelle se rattache le rythme modal inauguré par MACKENZIE ;

4° Les bradycardies paroxystiques ou permanentes provenant d'un trouble de la conductibilité cardiaque.

5° Le pouls alternant, qui résulte d'un trouble de la contractilité.

L'arythmie sinusale

Elle comprend l'arythmie respiratoire et l'arythmie de station (voir détails et tracés dans le chapitre IV).

L'arythmie extra-systolique

L'arythmie extrasystolique résulte d'un trouble de l'excitabilité cardiaque. Elle comprend tous les troubles consécutifs à l'apparition des extra-systoles isolées ou régulièrement groupées (bigéminisme) ; c'est encore dans ce groupe qu'on range l'irrégularité connue sous le nom de tachycardie paroxystique. Dans sa thèse très documentée, M. Leconte, fit en 1911 une étude aussi complète que précise des diverses variétés d'extrasystole. Dans ce court chapitre consacré à l'étude de l'arythmie extrasystolique nous ne ferons que mentionner les caractères physiopathologiques essentiels de l'extrasystole.

D'après la définition d'HERING l'extrasystole est une systole anticipée déterminée par une excitation anormale et suivie de la *pause compensatrice*. Elle est due à la contraction prématurée de l'oreillette, du ventricule, ou des deux à la fois en réponse à un stimulus prématuré et, presque toujours hétérotopique, c'est-à-dire venu de quelque autre partie du cœur que du sinus, le rythme fondamental (rythme sinusal) étant du reste conservé. D'après cette définition trois faits essentiels caractérisent l'extrasystole ce sont : l'anticipation de la contraction, la pause compensatrice et la conservation du

rythme normal. Le premier et le dernier de ces trois caractères fondamentaux sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'insister davantage ; envisageons maintenant l'étude de la pause compensatrice inhérente à l'extra-systole.

On sait, depuis les expériences de MAREY sur l'inexcitabilité périodique du cœur, que pendant la phase systolique qui correspond à la période réfractaire du cœur le muscle cardiaque ne répond à aucune excitation. Cette loi s'applique bien plus aux oreillettes qu'aux ventricules. Aussi pour qu'une excitation étrangère puisse être suivie d'une extra-contraction il faut que cette excitation naisse en dehors de la phase réfractaire du cœur, pendant la période d'excitabilité qui a la même durée que la diastole et dont le seuil correspond approximativement au début même de cette diastole. De même quand l'extra-contraction d'une extra-systole naissant précocement et immédiatement après une systole normale, coïncide avec la période d'apparition d'un stimulus physiologique, celui-ci trouvant le cœur dans sa phase réfractaire reste naturellement sans effet. La systole normale est ainsi supprimée d'où une phase de repos c'est (la pause compensatrice de MAREY) qui se prolonge jusqu'à l'apparition du stimulus physiologique suivant. Ce repos compensateur dure plus longtemps qu'une diastole normale, puisqu'il comprend non seulement toute une phase diastolique mais aussi une partie plus ou moins grande de la systole précédente qui s'est trouvée empiétée par l'apparition précoce de l'extra-contraction. Cette pose compensatrice sera d'autant plus grande que l'autre systole aura été plus précoce. Et la durée du temps qui s'écoule entre la systole normale qui précède l'extra-systole et celle qui la suit correspond exactement à la durée de deux systoles normales.

Ce repos compensateur se retrouve dans toutes les variétés d'extra-systoles sauf dans l'extra-systole sinusale qui n'est

qu'une systole normale anticipée et dans l'extra-systole interpolée que nous étudierons plus loin.

L'origine des extra-systoles

Sous l'influence des excitations anormales des extra-systoles peuvent apparaître en tous points du faisceau primitif inclus dans le muscle cardiaque. Celles-ci ont leur origine soit dans les oreillettes, soit dans les ventricules. Les localisations de cet ordre ont été primitivement réalisées grâce aux travaux de BAMBERGER et MAREY (1) (1863), qui furent les premiers à enregistrer le tracé de la jugulaire. Mais c'est surtout à l'introduction de cette méthode dans la clinique par POTAIN, François FRANCK et MACKENZIE que nous devons la connaissance de l'origine précise des extra systoles. Par la superposition des tracés phlébographiques et des tracés artériels ou cardiaques pris simultanément, ces auteurs purent déterminer la signification des sommets *a c v* des tracés jugulaires normaux. Poursuivant leurs investigations ils constatèrent que quand le rythme cardiaque normal est troublé, la succession normale de trois ondes *a c v* du tracé jugulaire est également modifiée. Suivant le rapport des ondes entre elles, ils ne tardèrent pas à tirer des conclusions plus précises sur l'origine de l'arythmie. D'après ces recherches graphiques il existe quatre variétés d'extra-systoles ce sont :

- 1° l'extra-systole sinusale ;
- 2° l'extra-systole auriculaire ;
- 3° l'extra-systole atrioventriculaire ou nodale ;
- 4° les extra-systoles ventriculaires.

Les extra-systoles sinusales peuvent être considérées comme des systoles normales anticipées. Comme telles, elles ne sont point suivies de repos compensateur.

1. Marey, *Travaux de laboratoire*, 1875-1876 (C. R. Acad. des Sc., 1876. *J. Anat. et physiol.*, 1877).

Quant aux autres variétés d'extra-systoles elles sont toutes suivies de repos compensateur.

* * *

Depuis la découverte du galvanomètre des renseignements plus précis, sinon nouveaux sont venus s'ajouter en ce qui concerne la pathogénie de certaines arythmies extra-systoliques.

NICOLAI, ROTHBERGER, WINTERBERG, LEWIS, HOFFMAN et autres auteurs ont, par la comparaison des rapports des divers sommets entre eux, pu préciser approximativement la portion auriculaire ou ventriculaire où naissent les extra-contractions. Etant donné que l'espace P R exprime le temps que met le stimulus pour se propager de l'oreillette jusqu'aux ventricules, il est évident que dans l'extra-systole auriculaire, cet espace est d'autant plus petit que le point de départ de l'extra-systole sera plus près du centre atrio-ventriculaire ou nœud de TAWARA. Il est donc facile de déterminer approximativement si l'extra-systole a pris son origine au niveau du segment supérieur, moyen, ou inférieur de l'oreillette. Quant aux extra-systoles ventriculaires, elles affectent une forme plus ou moins caractéristique, suivant qu'elles naissent dans le ventricule droit ou le ventricule gauche, à la base, à la pointe ou au centre de la masse ventriculaire, d'où possibilité de déceler leur point d'origine.

Dans son tableau reproduit dans la figure 25, NICOLAI représente les principales variétés des extrasystoles qui sont au nombre de (9) neuf. Mais en réalité d'après leur origine, sans tenir compte des sous-divisions, il existe six variétés d'extrasystoles. Ce sont :

1° L'extrasystole sinusale (fig. 25 I).

Cette variété d'extrasystole n'est qu'une contraction normale prématurée et comme toute systole sinusale elle n'est pas suivi de repos compensateur ;

2° L'extrasystole auriculaire (fig. 25, II).

Ici le stimulus naît en un point quelconque de la musculature auriculaire, au niveau des arborisations du faisceau de WENCKEBACH. Elle est suivie de repos compensateur. La longueur de l'espace P R de cette extra-contraction varie suivant que l'excitation a pour point de départ le segment supérieur moyen ou inférieur de l'oreillette. En outre LEWIS a démontré que la forme et la direction de P dépendent du point de départ de l'extra-contraction auriculaire. Si ce point d'origine est dans le voisinage du nœud sino-auriculaire P est normal comme forme et comme direction, il est donc positif. Mais ici l'espace P R est notablement plus court que celui d'une systole normale ou sinusale.

Et si ce point d'excitation est à la partie inférieure de la musculature auriculaire près du sinus coronaire ou près du nœud de TAWARA, la contraction auriculaire se propageant de bas en haut, P est négatif.

Si enfin, le point de départ de l'extra-contraction est situé près de l'embouchure de la veine cave inférieure (ou des veines pulmonaires) P est iso-électrique ou diphasique.

3° L'extra systole atrio-ventriculaire (fig. 25, III) naît au niveau du nœud de TAWARA. Elle est marquée par la disparition de P et par l'existence de repos compensateur. Le complexe ventriculaire reste normal. C'est ce dernier caractère qui permet de différencier cette variété d'extra-systole de l'extra-contraction ventriculaire type droit ou gauche où précisément le complexe ventriculaire subit des modifications très spéciales.

La forme de cette extra-systole atrio-ventriculaire représente exactement le type des systoles que l'on enregistre dans la dissociation complète, quand le blocage siège au niveau du nœud de TAWARA, à condition toutefois que la conductibilité des deux branches droite et gauche soit conservée ;

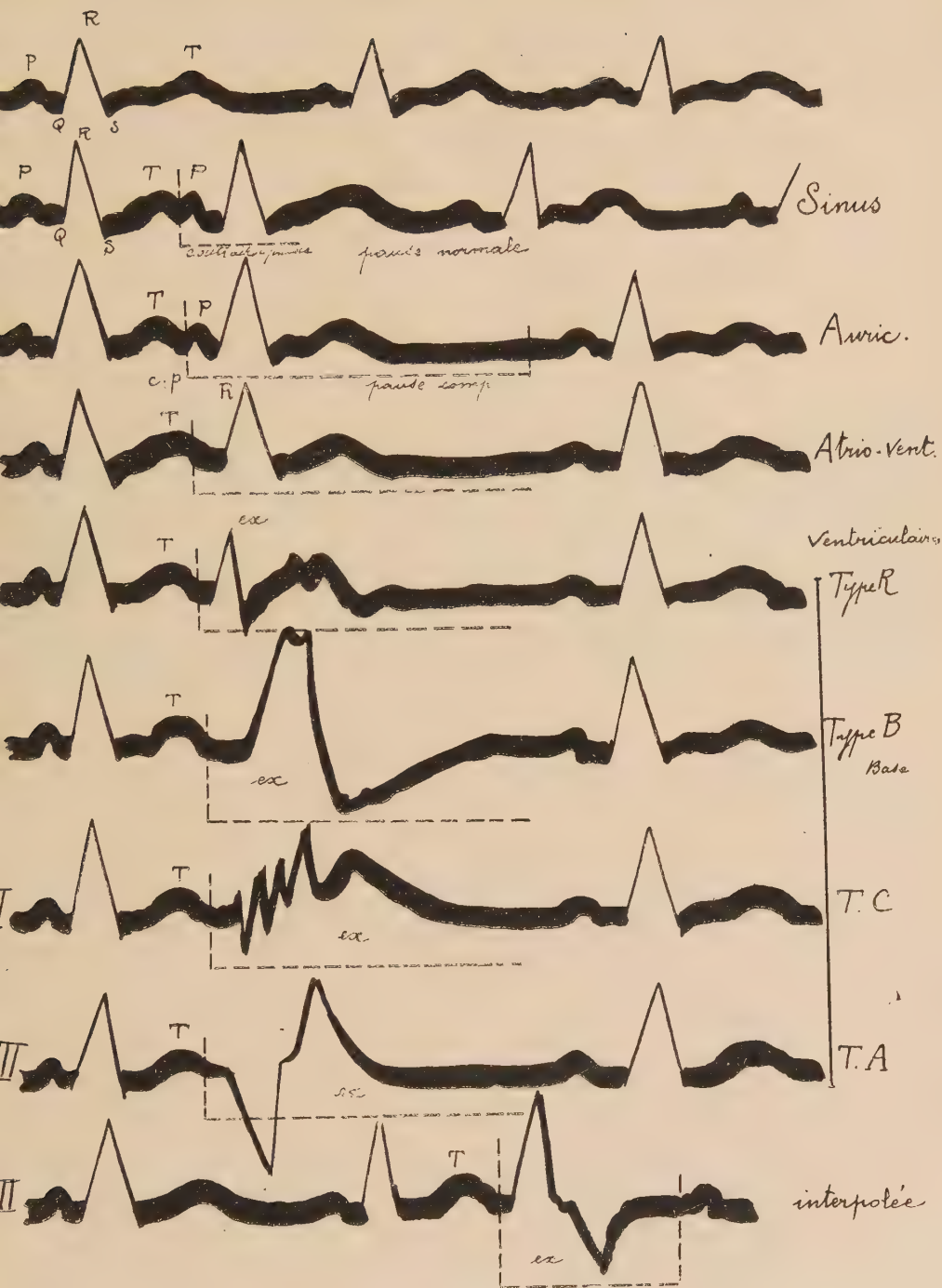


FIG. 25. — Les extra-systoles en dérivation II, d'après NICOLAI

4° Les extra-systoles ventriculaires. Elles ont au nombre de trois :

a) L'extra-systole ventriculaire droite (fig. 25, V, fig. 26 en dérivation II).

b) L'extra-systole ventriculaire gauche (fig. 25, VII, fig. 27 en dérivation II).

c) L'extra-systole ventriculaire centrale (fig. 25, VI, fig. 28 en dérivation III).

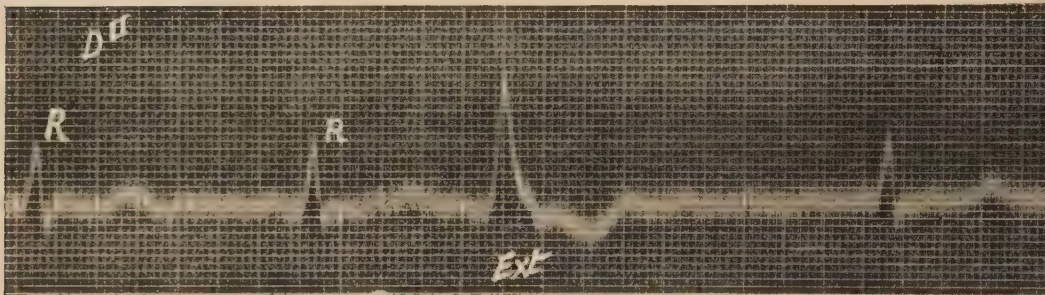


FIG. 26. — Extrasystole ventriculaire droite

Toutes ces extrasystoles ont comme caractères communs la suppression de P, et l'apparition du repos compensateur.

Leurs caractères différentiels dépendent de la forme et de la direction des sommets R et T.

a) Ainsi dans l'extra-systole ventriculaire droite en dérivation II (fig. 26) le sommet R est positif et très accentué tandis que T est négatif et apparaît immédiatement après R ; l'espace rectiligne normal RT est supprimé ;

b) Dans l'extra-systole ventriculaire gauche (fig. 27) en dérivation II c'est l'inverse. Ici le sommet R est négatif et le sommet T positif. Dans cette variété d'extrasystole comme dans la variété précédente, l'espace rectiligne normal est supprimé.

Ces deux dernières variétés d'extra-systoles apparaissent quand le point de départ de l'excitation est localisé sur la branche droite ou sur la branche gauche du faisceau de His,

On peut les observer aussi dans la dissociation complète, toutes les fois qu'une des systoles idio-ventriculaires traversant le tronc commun du faisceau de His ne se propage qu'à travers l'une des deux branches seulement. Cela dénonce un

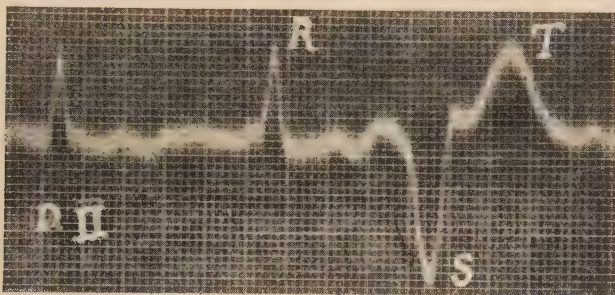


FIG. 27. — Extrasystole ventriculaire gauche

trouble de la conductibilité sur la branche droite si la systole idio-ventriculaire affecte la forme de l'extra-systole ventricu-



FIG. 28. — Extrasystole ventriculaire centrale

laire gauche ; c'est l'inverse quand c'est la branche gauche qui présente le même trouble.

c) Dans l'extrasystole ventriculaire centrale la forme de R est particulièrement modifiée (figure 25 VI, figure 28). Cette extra-systole qui prend son origine au niveau du septum interventriculaire tout près de la bifurcation du tronc principal du faisceau de His, est caractérisée par la bifidité de l'extrémité de R. Ce sommet R qui est le plus souvent bifide dans l'extra-

systole ventriculaire centrale présente parfois un ensemble de trois ondulations en zig-zag ou en dents de scie. Ces petites ondulations dont l'ensemble représente le sommet R. proviennent de ce que l'électrocardiogramme de la partie moyenne des ventricules se rapproche de la ligne iso-électrique. Quant au sommet T, il est généralement positif, rarement inversé.

Il est à remarquer qu'en dehors de ces extrasystoles, dites centrales, on peut aussi observer des systoles normales ou sinusales à sommet R, bifide. Ces variétés de systoles sont exceptionnelles. On les observe plus particulièrement dans l'arythmie extrasystolique, même avec des extrasystoles relativement rares ; et chez les sujets présentant un certain degré d'insuffisance cardiaque, sans qu'il y ait toutefois une relation directe entre le degré d'insuffisance myocardique et la fréquence de ces variétés de systoles normotopes, ayant un sommet R, bifide.

Comment pourrait-on interpréter ce phénomène ? On sait qu'à l'état normal, la contraction ventriculaire droite précède de 0"02 la systole ventriculaire gauche. Si le retard physiologique vient à s'accroître, les ventricules droit et gauche, ne se contractant plus simultanément, comme à l'état normal, il pourrait se produire un certain degré d'asynchronisme, entre les contractions ventriculaires, droite et gauche, se traduisant par la bifidité du sommet R, telle que nous l'avons signalée. L'accentuation de ce retard physiologique pourrait s'expliquer soit par un trouble de l'excitabilité myocardique, soit par un trouble de la conductibilité apparaissant sur l'une des deux branches du faisceau de His ; l'excitation ne serait plus transmise dans ce cas, simultanément aux deux branches droite et gauche de ce faisceau.

Nous ne présentons cette explication qu'à titre d'hypothèse. Ce phénomène est d'une interprétation particulièrement difficile. Il est d'ailleurs encore à l'étude.

5° Il existe une autre variété d'extra-systole ventriculaire désignée sous le nom d'*extra-systole interpolée*. Ainsi appelée parce qu'elle est intercalée entre deux contractions normales qui généralement doivent être assez espacées (figure 25 VIII). C'est justement pourquoi cette variété d'extra-systole ne s'observe que lorsque le cœur bat lentement. Elle n'est pas suivie de repos compensateur. L'absence de repos compensateur s'explique par ce fait que le cœur battant lentement, le stimulus moteur se reproduit à des intervalles suffisamment espacés pour permettre au myocarde de récupérer toutes ses propriétés essentielles et de répondre au stimulus moteur de la systole normale post-extra-systolique.

Des cas de cet ordre ont été signalés par HERING, RIEHL, GERARDT, Paul VOLHARD, WENCKEBACH, MACKENZIE, LOSSELET, VAQUEZ, CLERC et ESMEIN. Cette variété d'extra-systole ne diffère en rien des autres variétés d'extra-systoles ventriculaires.

Quant à la forme de cette extra-systole elle dépend uniquement de son origine qui peut être soit du type droit (figure 26), soit du type gauche (figure 27).

6° Signalons enfin l'*extra-systole rétrograde* dont l'origine est toujours ventriculaire. Elle prend naissance au niveau du faisceau de His, soit dans le nœud d'ASCHOFF et TAWARA, soit au-dessous sur le tronc commun ou sur l'une des branches du faisceau. Ce stimulus extra-systolique se propage de haut en bas vers le ventricule, mais de bas en haut vers les oreillettes. La propagation du stimulus se faisant vers le haut en sens inverse de la propagation normale, le sommet P est inversé. C'est en partant de ces considérations que LEWIS a justement démontré pourquoi le sommet P est négatif dans les tachycardies paroxystiques à formes nodale, infra-nodale ou à forme auriculaire, type inférieur.

Niée par certains auteurs, la conductibilité rétrograde dans le cœur fut définitivement établie par LEWIS, WILLIAMS et

JAMES, COHN et FRASER, PARKINSON, GALLAVARDIN, STUART-HART et d'autres auteurs sans qu'ils aient pu toutefois démontrer quelle est la voie anatomique suivie par les extra-systoles de cet ordre. Il semble plus que probable qu'il y a des voies de conductibilité rétrograde autres que celle du faisceau primitif. La meilleure preuve en est donnée dans la dissociation complète (pouls lent permanent) par lésions du faisceau de HIS où la conductibilité rétrograde du cœur apparaît, malgré la disparition de la conductibilité directe. Des cas particulièrement évidents ont été signalés par LEWIS, DANIELOPOULO et DANULESCO, etc...

La durée de la conductibilité rétrograde est plus longue que celle de la conductibilité directe. D'après les expériences de LEWIS chez le chien, la première serait de 0"14, la seconde de 0"1. Ce rapport semble concorder avec celui qu'on a enregistré chez l'homme (1).

Selon le temps que met l'excitation rétrograde pour arriver à l'oreillette, deux cas peuvent se présenter :

a) Ou bien le reflux vers l'oreillette est presque instantané, si bien que les ventricules et les oreillettes se contractent en même temps. Dans ce cas P ainsi que le complexe ventriculaire sont synchrones et se superposent en partie. C'est le cas le plus fréquent.

b) Ou bien le reflux de l'excitation rétrograde atteint les oreillettes après que les ventricules se sont contractés. Dans ce cas l'extra-systole rétrograde se manifestera par un P inversé. Mais d'une façon générale il faut que le cœur batte lentement pour que sa conductibilité rétrograde puisse se manifester sur le tracé. En effet la conductibilité rétrograde étant relativement lente (0"18 à 0"22) et la période réfractaire de l'oreillette étant particulièrement longue à disparaître

1. Danielopoulo et Danulesco. Soc. méd. des Hôp. de Bucarest, n° mars avril 1919, p. 26.

(0"44 à 0"52) il faut pour que l'extra-contraction rétrograde puisse se manifester sur les tracés, qu'elle ait le temps de se propager jusqu'à l'oreillette et que son arrivée coïncide avec la fin de la période réfractaire de l'oreillette, tout en précédant

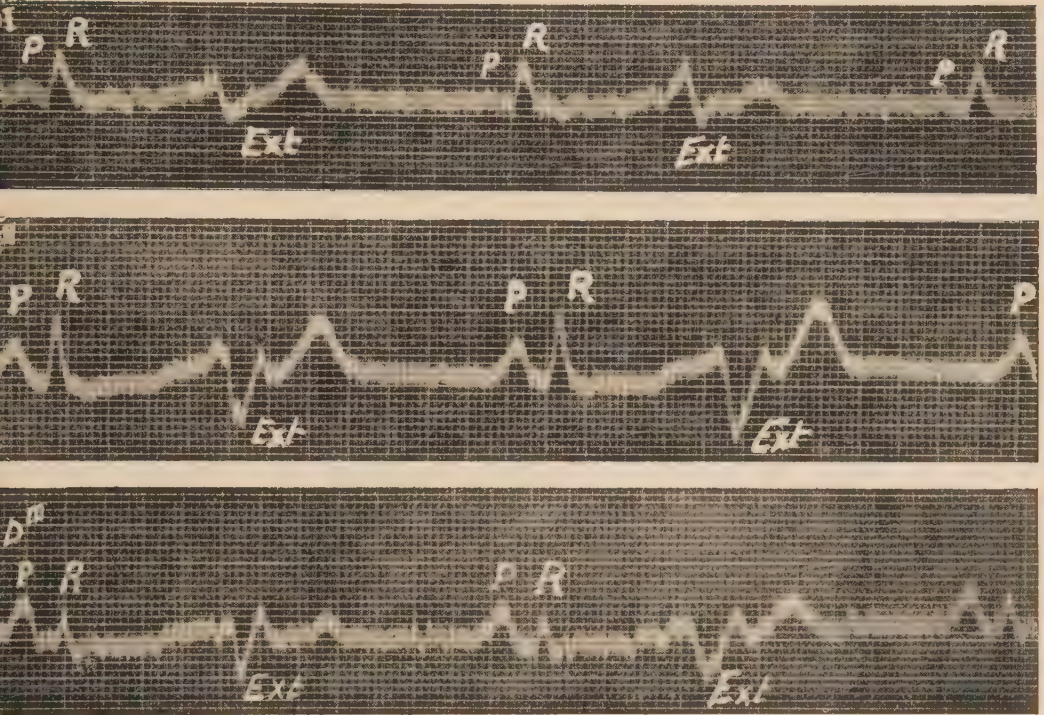


FIG. 29. — Electrocardiogramme dans un cas de bigémisme

l'apparition du stimulus sinusal suivant. D'où nécessité d'un rythme lent comme dans la dissociation complète (pouls lent permanent) où le cœur bat très lentement suivant le rythme idio-ventriculaire. Aussi les extra-systoles rétrogrades s'y observent assez fréquemment et avec une netteté remarquable.

Telles sont les principales variétés d'extra-systoles connues jusqu'ici ; elles peuvent être isolées ou régulièrement groupées suivant un rythme déterminé. Régulièrement groupées (groupe

des allorhythmies de Germain SÉE) ces extra-systoles donnent naissance à des rythmes très particuliers, tels que le bigéminisme, le faux pouls lent, la tachycardie paroxystique.

Bigéminisme

Nous n'entrerons pas dans les détails du bigéminisme, détails que l'on trouve dans tous les ouvrages qui traitent des arythmies. Nous étudierons seulement les diverses courbes relatives à chaque variété d'arythmie. Le cas que nous reproduisons (dans la figure 29) a été enregistré chez une femme de trente-huit ans ayant présenté du bigéminisme pendant trente-six heures à la suite d'une cure moyenne de digitaline (LX gouttes en trois jours).

En dehors de la phase de bigéminisme, le rythme cardiaque était tout à fait normal. Il s'agit d'un bigéminisme composé d'une systole normale et d'une extra-systole type branche gauche.

L'extra-systole est intercalée entre deux systoles normales, plus proche de la systole pré-extra-systolique.

Les tachycardies paroxystiques

Les rapports des extra-systoles avec les tachycardies n'ont été mis en lumière que tout récemment par les travaux de MACKENZIE, VAQUEZ, HOFFMANN. Pour ces auteurs les tachycardies paroxystiques ne seraient que de véritables salves d'extra-systoles plus ou moins régulièrement groupées et provenant de plusieurs foyers de nature hétérotopique. La tachycardie paroxystique se manifeste par une accélération très caractérisée du rythme du cœur qui débute et finit brusquement. Elle a été d'abord signalée par HOFFMANN. Ce n'est qu'en 1889 que BOUVERET réussit à l'individualiser, il la décrivit alors avec une remarquable exactitude. Quant à l'origine et à la

pathogénie de la tachycardie paroxystique, la théorie neurogène et la théorie myogène ont été longtemps en conflit. Le conflit a été longuement exposé dans les *Archives des maladies du cœur* (1) par M. VAQUEZ, qui se range parmi les partisans de la théorie myogène. D'après ceux-ci, c'est dans le cœur lui-même, et non dans le système nerveux central ou périphérique qu'il faut chercher l'origine de la tachycardie paroxystique.

De nombreuses expériences sont venues lui donner raison. Nous citerons celles d'ENGELMAN, TIGESTERD, STRONBERG, HOFFMANN qui ont montré que l'excitation du sinus chez la grenouille produisait du côté du rythme cardiaque une longue accélération des battements qui prenait fin brusquement.

D'autre part, LOHMANN LEWIS et MACKENZIE en particulier démontrèrent que l'excitation des fibres atrio-ventriculaires peuvent produire une accélération considérable des battements cardiaques débutant et se terminant brusquement. MACKENZIE s'appuyant sur une série de recherches expérimentales et sur des tracés nombreux, montra quel rôle important les fibres atrio-ventriculaires (noeud de TAWARA) jouent dans l'apparition de la tachycardie paroxystique.

Il inaugura ainsi le *rythme nodal de la tachycardie paroxystique* dû aux accès passagers de ce rythme. MM. VAQUEZ et ESMEIN, LEWIS et G. HAY ne tardèrent pas à faire connaître des cas analogues à ceux que MACKENZIE avait observés.

Toutefois ce rythme nodal n'est pas constant dans cette affection. Aujourd'hui il est démontré que les accès de tachycardie paroxystique peuvent prendre également leur origine en un point quelconque du faisceau primitif. Ce point peut être unique, mais il peut y en avoir d'autres aussi, tel le cas de tachycardie paroxystique bifocale, publié par MM. VAQUEZ et PEZZI et chez lequel on avait noté la présence de deux

1. *Archives des maladies du cœur*, 1909, p. 609.

foyers hétérotopes, Une lésion irritative localisée en un point quelconque du faisceau primitif étant susceptible d'amener une hyperexcitabilité particulière du faisceau, le point hyperexcité peut provoquer l'éclosion d'accès tachycardiques. Des faits de cet ordre ont été maintes fois démontrés. Ils ne font qu'éclairer davantage le mécanisme apparemment si complexe de certains cas, où les accès de tachycardie surviennent chez des sujets présentant de la bradycardie. Cela s'observe surtout au début de la maladie de « Stockes Adams » où la lésion qui engendre « *l'Herzblock* » partiel représente en même temps un foyer irritatif du faisceau primitif susceptible de provoquer des salves de tachycardie. Des exemples de ce genre ont été rapportés par HOFFMAN, MACKENZIE, CLARKE, et par MM. LAUBRY, ESMEIN et FOY (1).

CLASIFICATION DES TACHYCARDIES PAROXYSTIQUES

Ce sont les travaux de HOFFMANN, de MACKENZIE, de VAQUEZ qui ont permis de mettre en lumière les rapports des tachycardies paroxystiques avec les extra-systoles et leur origine nodale.

Ces auteurs ainsi que LEWIS, J. HAY, VAQUEZ et ESMEIN (2) ont rapporté tout au début un certain nombre de cas confirmant la fréquence du rythme nodal au cours des accès de tachycardie paroxystique. Puis vinrent les observations de COWAN, MACDONALD et BINNING (3), LEWIS, relatives à des cas de tachycardie paroxystique d'origine sinusale. Cette dernière variété semble avoir été mise en doute par un grand nombre d'auteurs. Dans son travail sur les tachycardies paroxystiques M. DONZELOT

1. Laubry, Esmein et Foy, Soc. Méd. des Hôp., 17 décembre 1909.

2. Vaquez et Esmein, Soc. Méd. des Hôp., 18 décembre 1909, p. 814.

3. Cowan, Macdonald et Binning, Quart. J. off. méd., janvier 1909.

fait les plus grandes réserves à ce sujet sans conclure toutefois à l'absence de la tachycardie paroxystique [à rythme sinusal.

Le cas que nous reproduisons dans la figure 30 est une tachycardie modérée, 130-140, survenant par crise et dont l'origine sinusale est indubitable. Elle a été enregistrée chez une jeune fille de vingt-trois ans se plaignant de bouffées de

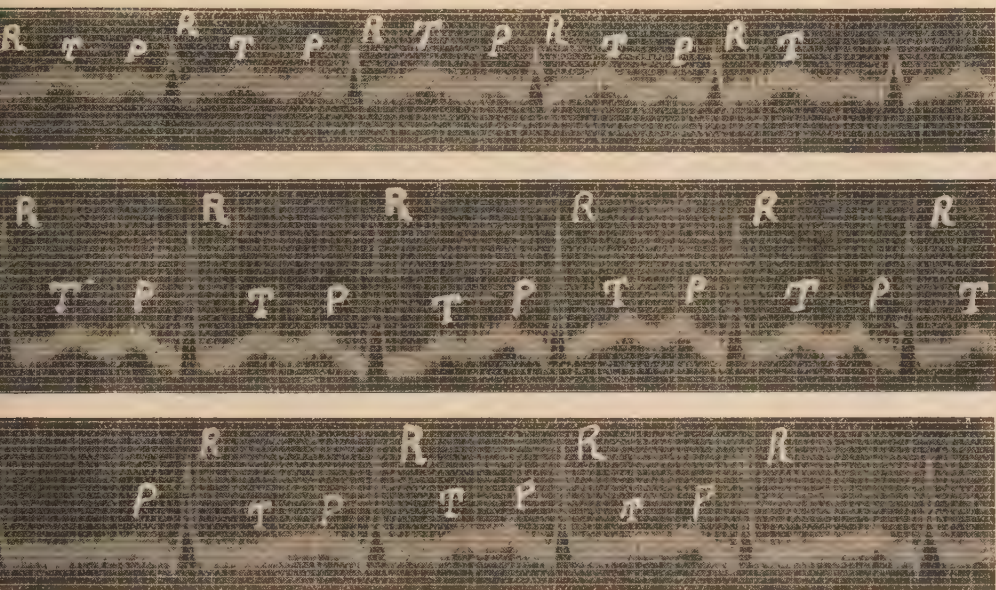


Fig. 30. — Tachycardie d'origine sinusale

chaleur, de nervosisme, et d'une façon intermittente de crises de palpitations que nous avons mises sur le compte d'un Basedow fruste *sans goître ni exophtalmie*. A deux reprises nous avons pu enregistrer ces crises modérées de tachycardie que l'on pourrait qualifier de paroxystique *puisqu'elles commençaient et se terminaient brusquement*.

L'origine sinusale de cette tachycardie ne semble pas pouvoir être mise en doute, aussi la reproduisons-nous avant même d'aborder la classification des tachycardies paroxysti-

ques telle qu'elle a été présentée par M. DONZELOT dans sa thèse en 1916. D'après ce dernier auteur, il existe trois grandes formes de tachycardies paroxystiques suivant que l'accès tachycardique est total ou partiel, régulier ou irrégulier. Ce sont :

1° La forme régulière totale ou maladie de BOUVERET-HOFFMANN ;

2° La forme partielle ou auriculaire (auricular flutter) des Anglais, qui est régulière ou légèrement irrégulière.

3° La forme complètement irrégulière, c'est l'arythmie complète à allure paroxystique.

Ici nous nous bornerons à apporter les quelques tracés démonstratifs correspondant aux principales formes que nous avons énumérées plus haut et pour plus amples détails nous renvoyons le lecteur à la thèse de M. DONZELOT, où se trouve une étude beaucoup plus complète de la question.

§ 5. — La forme régulière totale ou maladie de Bouveret-Hoffman

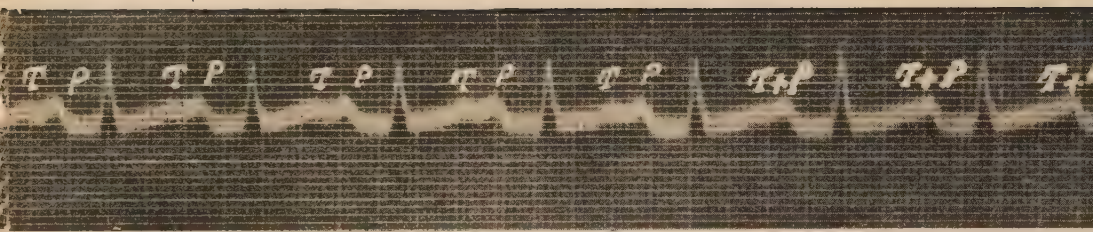
Cette forme de tachycardie paroxystique intéresse à la fois les oreillettes et les ventricules qui se contractent rythmiquement. Le foyer d'excitation se trouve au-dessus du nœud de TAWARA, dans le nœud même ou au-dessous. On distingue donc trois variétés :

a) La variété supra-nodale ;

b) La variété nodale ou atrio-ventriculaire ;

c) La variété infra-nodale.

a) Dans la variété supra-nodale P existe généralement. Si le point de départ de la contraction est situé dans le voisinage du sinus ou dans la partie supérieure de l'oreillette, P est peu marqué mais positif ; par contre P disparaît ou devient négatif si les foyers d'excitations siègent à la partie inférieure des



que régulière totale (maladie de BOUVERET-HOFFMANN), variété supra-nodale, ment séparés, alors qu'à l'extrémité droite ils sont fusionnés.



FIG 31. — Electrocardiogramme d'un cas de tachycardie p
A gauche de la figure, les sommets T, P, s

oreillettes près de l'origine de la veine cave inférieure ou du sinus coronaire.

L'électrocardiogramme de la figure 31, représente un cas de tachycardie paroxystique supra-nodale. P qui est d'abord nettement séparé du T se rapproche ensuite et de plus en plus de ce sommet pour venir se fusionner avec ce même sommet T à la fin de la courbe.

b) Dans la variété nodale ou atrio-ventriculaire, le sommet P disparaît en se fusionnant avec R. Sa présence se manifeste parfois par un petit sommet qui empiète sur le pied de R.

c) Quant à la variété infra-nodale elle est beaucoup plus complexe que les précédentes. Le stimulus extra-systolique venant d'un foyer infra-nodal n'atteint l'oreillette que par voie rétrograde. Le sommet P qui résulte de cet extra-systole sera très variable comme forme et comme direction suivant le temps que mettra le stimulus à se propager du centre infra-nodal jusqu'à l'oreillette et l'état dans lequel se trouvera la musculature auriculaire au moment de l'arrivée de ce stimulus. Généralement il apparaît après le sommet R ou se confond avec l'un des éléments du complexe ventriculaire. Cette variété est d'une interprétation particulièrement difficile. Etant donné les difficultés d'interprétation que l'on peut rencontrer malgré les précisions de la méthode, les causes d'erreur sont possibles. C'est ainsi que dans la portion terminale droite de la courbe qui est représentée sur la (figure 31) le sommet P étant absent, *à priori* l'on pourrait croire qu'il s'agit de la forme nodale de la tachycardie-paroxystique. Or, il s'agit là d'une forme supra-nodale puisque P existe, ce sommet étant nettement séparé de T dans la portion gauche de la courbe. C'est en se rapprochant progressivement l'un de l'autre que ces deux sommets ont fini par se fusionner en un sommet unique.

Pour éviter les diverses causes d'erreur il est nécessaire

d'enregistrer les électrocardiogrammes dans les trois dérivations et si possible à diverses reprises. Généralement la comparaison simultanée de ces divers tracés permet d'établir d'une façon assez précise le diagnostic de la variété sans même avoir recours aux tracés sphymographiques et phlébo-graphiques.

La tachycardie paroxystique partielle ou auriculaire

C'est la tachysystolie auriculaire, ou l'auricular flutter des Anglais. Elle est caractérisée par des contractions auriculaires particulièrement rapides alors que les contractions ventriculaires sont relativement moins nombreuses, soit par blocage simple, soit par suite d'une véritable dissociation auriculo-ventriculaire qui peut être incomplète ou complète.

Cette forme fut observée pour la première fois par MAC WILLIAMS en 1887(1), dans ses expériences sur le cœur des mammifères. Plus tard en 1903, RIHL puis JOLLY et RITCHIE, MAC-KENZIE, HOFFMAN, LEWIS, HUME et GODHART, signalèrent des cas cliniques qui furent contrôlés par l'emploi de la méthode graphique.

Dans cette forme partielle de la tachycardie paroxystique le rythme auriculaire est particulièrement troublé. C'est au niveau de l'oreillette même que l'on doit trouver les éléments essentiels et caractéristiques de l'auricular flutter. Etant donné les difficultés d'explorer l'oreillette par les méthodes graphiques courantes, c'est la méthode électrocardiographique qui dans ce cas rend les services les plus appréciables. Elle permet justement de déceler avec une précision parfaite, d'une part le rythme auriculaire et d'autre part le rapport de ce rythme au complexe ventriculaire.

1. MAC WILLIAMS, *Journ. off. Physiology*, 1887.

Nombreuses sont les variétés de tachysystolie auriculaire. Elles correspondent généralement à l'un des trois types suivants :

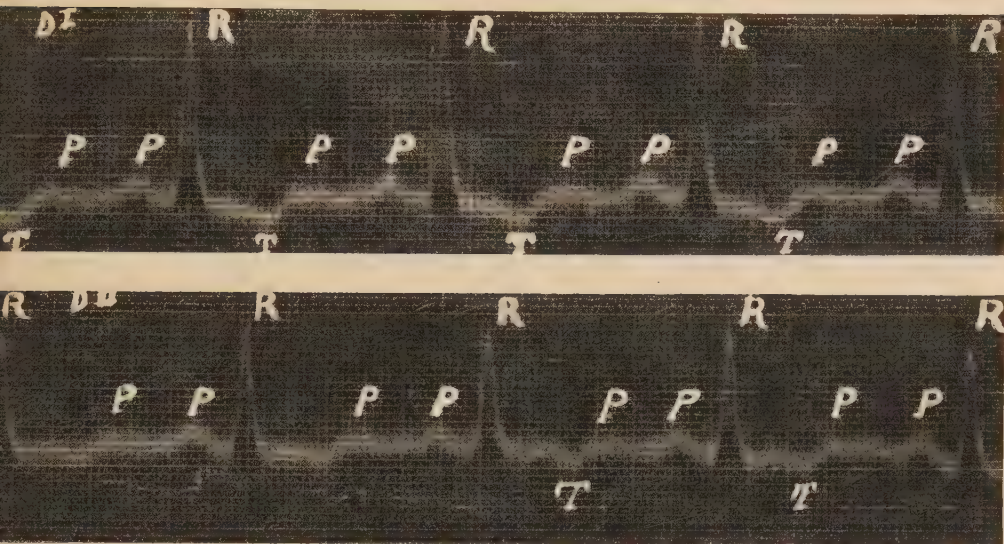


FIG. 32. — Electrocardiogramme d'une tachycardie paroxystique, partielle (tachysystolie auriculaire ou « auricular flutter »). Il y a deux sommets P pour un complexe ventriculaire.



FIG. 33. — Electrocardiogramme d'une tachycardie paroxystique partielle (tachysystolie auriculaire ou « auriculum flutter »). Il y a trois sommets P pour un seul complexe ventriculaire.

a) Un type parfaitement régulier et fixe dans lequel le rapport entre les rythmes auriculaire et ventriculaire est fixe, comme le rapport de deux à un ou de trois à un. La (figure 32), représente un cas de tachysystolie auriculaire dont le rapport des rythmes auriculaire et ventriculaire est

de deux à un ; dans la figure 33, ce même rapport est de trois à un, ce qui veut dire que dans le premier cas deux contractions auriculaires se produisent pour une contraction ventriculaire et dans le second cas trois contractions auriculaires, pour un seul complexe ventriculaire.

b) Le second type est au contraire légèrement irrégulier et le rapport entre les rythmes auriculaires et ventriculaires

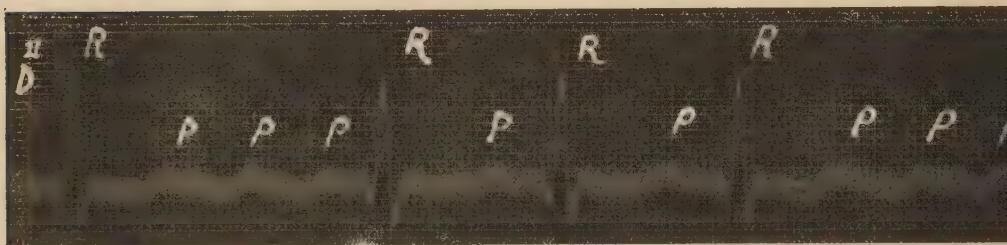


FIG. 35. — Electrocardiogramme d'une tachycardie paroxystique partielle (tachysystolie auriculaire ou « auricular flutter »). Forme légèrement irrégulière ou intermédiaire entre la fig. (33) et la fig. (36). Il y a d'abord trois sommets P pour un seul complexe ventriculaire, puis un sommet P pour un seul R. Et enfin de nouveau trois sommets P pour un seul complexe ventriculaire.

n'est plus aussi constant. Le rapport peut varier tantôt de trois à un, un à un, trois à un (figure 35).

Cette figure en est un exemple typique. De gauche à droite, nous rencontrons des rapports de trois à un, un à un, etc. Ce second type est le plus fréquent, il est intermédiaire entre le type précédent régulier et le type suivant tout à fait irrégulier.

c) En effet, le troisième type de tachysystolie auriculaire est complètement irrégulier quant au nombre des contractions auriculaires intercalées entre deux complexes ventriculaires.

Il n'existe aucun rapport constant entre les systoles auriculaires et les systoles ventriculaires. Le ventricule n'obéit que de façon très capricieuse aux excitations venant de l'oreil-

lette. Ce rapport peut être de quatre à un, de un à un, etc...

Sur les tracés électrocardiographiques de ce troisième type on rencontre fréquemment entre deux complexes ventriculaires des espaces rectilignes dépourvus de systoles auriculaires (P) qui sont remplacées par de fines oscillations caractéristiques de la *fibrillation auriculaire*.

Ce sont là des formes intermédiaires entre l'auricular flutter et l'arythmie complète, celle-ci étant généralement le

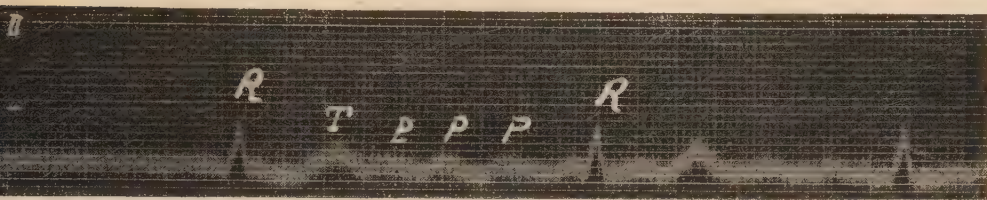


FIG 36. — Electrocardiogramme, contenant du « flutter » au milieu, et de la fibrillation à gauche. (Forme partielle type irrégulier de la tachysystolie auriculaire).

terme ultime des formes récidivantes et tenaces de la tachycardie paroxystique.

Tachycardie paroxystique irrégulière

Elle n'est qu'une des formes de l'arythmie complète, c'est la tachyarythmie complète (cf. fig. 37). Elle est caractérisée :

1° Par l'absence de toute manifestation des contractions coordonnées de l'oreillette. Les sommets P, des courbes électrocardiographiques sont remplacés par des fibrillations très fines et extrêmement nombreuses qui résultent des contractions multiples et incoordonnées de l'oreillette ;

2° Par l'accélération exagérée des systoles ventriculaires qui sont irrégulièrement [espacées et d'amplitudes très inégales. Cette variété de tachycardie paroxystique n'est autre chose que la tachyarythmie complète qui survient par crise.



Après cette étude d'ensemble sur les tachycardies paroxystiques telles qu'elles ont été présentées par M. DONZELOT dans sa thèse remarquable de 1914, nous croyons devoir ajouter que l'ensemble de nos tracés électrocardiographiques ne laisse pas de suggérer certaines interprétations d'un intérêt tout particulier en ce qui concerne la classification de ces tachycardies paroxystiques.

Tout d'abord, de par nos tracés électrocardiographiques que nous avons pu recueillir chez nombre de nos malades le *troisième type, dit irrégulier, de la forme partielle* ou auriculaire de la tachycardie paroxystique (figure 36) ne semble pas devoir entrer en réalité dans le cadre des tachycardies paroxystiques. En effet, à l'encontre de la définition même de la tachycardie paroxystique, ce troisième type ne commence jamais brusquement. Il s'installe progressivement et une fois installé, il ne régresse qu'exceptionnellement. D'ordinaire, ce troisième type (figure 36) qui est caractérisé électrocardiographiquement par la coexistence sur le même tracé du « *flutter* » et de la *fibrillation*, évolue progressivement vers l'arythmie complète. Il s'agit donc d'une simple forme de passage, d'une variété d'arythmie intermédiaire entre l'auricular flutter des Anglais et l'arythmie complète.

En outre, dans cette variété en question les contractions ventriculaires ne sont généralement pas particulièrement accélérées. Tout au contraire le blocage auriculo-ventriculaire, qui est assez souvent accentué, s'accompagne ici d'un certain degré de ralentissement du rythme ventriculaire.

Tous les caractères que nous venons de signaler font plutôt de ce troisième type, dit type irrégulier de la « tachycardie

paroxystique» partielle ou auriculaire, une simple forme d'arythmie complète qu'on pourrait peut-être désigner sous le nom de « *fibrillo-flutter* » (figure 36). Cette dénomination évoquant à la fois le « flutter » propre à l'auricular flutter des Anglais, et la « fibrillation » caractéristique de l'arythmie complète.

De tout cela il résulte que cette variété dite « fibrillo-flutter », et où le rythme ventriculaire est généralement ralenti, semble plutôt devoir être rattachée à l'arythmie complète : celle-là n'étant généralement que la phase prémonitoire de celle-ci.

En outre cette variété fibrillo-flutter étant ainsi détachée du groupe des tachycardies paroxystiques, aucune confusion ne nous semble plus possible entre elle et cette autre variété de tachycardie paroxystique dite aussi irrégulière et que l'on désigne encore sous le nom de tachy-arythmie complète.

L'élimination de cette variété « fibrillo-flutter » du groupe des tachycardies paroxystiques, simplifierait à notre avis notablement la classification de M. DONZELOT que nous avons du reste adoptée ici, et pourrait permettre d'envisager l'ensemble des tachycardie paroxystiques extra-sinurale de la façon suivante :

1° **La maladie de Bouveret** ou forme régulière totale intéressant à la fois les oreillettes et les ventricules et qui peut être supra-nodale, nodale, infra-nodale ;

2° **La maladie de Mac Williams** (1) du nom de l'auteur qui la décrit le premier en 1887 dans ses expériences sur le cœur des mammifères. C'est la forme partielle ou auriculaire qui peut être régulière ou légèrement irrégulière et où

1. Mac Williams ; *Journ. of physiol.*, 1887.

l'on ne constate que de la tachysystolie auriculaire, ou « AURICULAR-FLUTTER » des Anglais.

3° La tachycardie paroxystique complètement irrégulière que l'on désigne encore sous le nom de **tachy-arythmie complète** ; c'est la forme paroxystique de la tachycardie que l'on observe parfois dans l'arythmie complète.

Cette classification n'a rien, nous semble-t-il, d'arbitraire.

Elle s'appuie sur un ensemble de tracés particulièrement démonstratifs concernant chacune de ces variétés ; tracés, dont l'importance ressort de la précision même de la méthode électrocardiographique.

En outre les dénominations de toutes ces variétés de tachycardie, étant ainsi simplifiées, non seulement des confusions ne sont plus possibles, mais encore, cette nomenclature évoque immédiatement à l'esprit la variété de tachycardie paroxystique qui peut être en cause.

Arythmie complète

Ce sont surtout les travaux récents dus à CUCHERY, EDMUNDS, ROTGEBBERGER et WINTERBERG et LEWIS qui ont permis d'individualiser l'arythmie complète. Ces auteurs ont trouvé qu'il existe une parfaite identité entre ces tracés et ceux que l'on obtient chez l'homme atteint d'arythmie complète. En étudiant les tracés mécaniques et tout particulièrement les électrocardiogrammes d'animaux chez lesquels on avait provoqué la fibrillation auriculaire expérimentale, ils ont remarqué que l'arythmie complète était due à un mode d'activité de l'oreillette désignée sous le nom de *fibrillation auriculaire*. Cette théorie de la fibrillation a été confirmée depuis.

De nombreuses recherches sont venues à l'appui de ces arguments essentiels concernant la fibrillation ; nous citerons entre autres celles de PHILIPPS sur l'excitation mécanique de l'atrium, celles de MAC WILLIAMS, KNOLLE, CUSHNY, HEWLET sur l'excitation du pneumogastrique, celles de CLERC et de PEZZI qui utilisèrent des injections intraveineuses de substances toxiques (digitale, strophantine, aconiline, nicotine).

Par ces moyens d'excitation très divers, tous ces expérimentateurs sont arrivés à reproduire expérimentalement la fibrillation auriculaire suivie d'arythmie complète.

Electrocardiographiquement l'arythmie complète est caractérisée :

1° Par la disparition de P complètement ; P est remplacé par des oscillations très petites, très rapprochées les unes des autres, plus ou moins régulièrement espacées ; ces espaces sont très courts puisque l'on peut compter de 500 à 900 oscillations à la minute.

• Cette fibrillation auriculaire empiète non seulement sur le sommet P qui disparaît, mais aussi sur toutes les portions rectilignes et sur les autres sommets du complexe ventriculaire.

2° Par la modification des complexes ventriculaires. Ceux-ci apparaissent d'une façon irrégulière, ils sont plus ou moins rapprochés ou plus ou moins espacés suivant que le rythme ventriculaire est lent ou accéléré.

Ces capricieuses irrégularités dans l'apparition du rythme ventriculaire au cours de la fibrillation auriculaire sont dues à l'existence de multiples foyers d'excitation qui se produisent simultanément et d'une façon incoordonnée en plusieurs points de la musculature de l'oreillette.

Ici la hauteur du sommet R peut varier d'un complexe ventriculaire à un autre. Ces variations sont indépendantes de la pause qui sépare deux contractions ventriculaires et

n'ont aucune relation avec la force de la contraction cardiaque.

Les variations d'amplitude du sommet R sont généralement sous la dépendance des oscillations fibrillaires.

Le sommet sera exhaussé ou abaissé suivant que le complexe ventriculaire apparaît immédiatement après une oscillation fibrillaire ou entre deux oscillations. Toutefois il existe un autre facteur non moins important qui intervient directement dans les variations de la hauteur du sommet R, c'est la valeur fonctionnelle du muscle cardiaque. C'est justement pourquoi la diminution d'amplitude du sommet R dans les trois dérivations, telle qu'on l'observe dans la myocardite, et dans le pouls alternant, est considérée comme un signe d'une gravité particulière.

Quant au sommet T, il est généralement net et positif, toutefois les oscillations fibrillaires en se confondant avec lui peuvent l'effacer. Il est rarement inversé, à moins qu'il s'agisse d'un sommet T appartenant à une extra-systole surajoutée.

L'arythmie complète débute rarement d'emblée. Elle commence généralement d'une façon insidieuse et progressive, elle peut débiter par de simples extra-systoles isolées ou groupées sous forme de crises de tachycardies paroxystique régulières, évoluant ultérieurement sous toutes les formes régulières ou irrégulières de la tachysystolie auriculaire jusqu'à atteindre la dernière phase qui est celle de l'arythmie complète. Il existe des cas où l'arythmie complète débute brusquement, par paroxysme, ce sont ces cas que l'on désigne sous le nom d'*arythmie complète paroxystique*. Elle a été étudiée par HOFFMANN, NOTHNAGEL, de GERHARDT, Pierre MERKLEN, MACKENZIE, VAQUEZ, LEWIS, HEWLETT, CLARAC, HEITZ (1), etc.

Ces accès d'arythmie complète sont séparés par des périodes de rémission, allant parfois jusqu'à la reprise du rythme nor-

1. JEAN HEITZ, *Annales de Médecine*, t. I, n° 5, mai 1914.

mal ; cependant les améliorations de cet ordre sont de courte durée. Toutes ces variétés d'arythmie aboutissent généralement à l'arythmie complète.

Electrocardiographiquement et suivant la fréquence des



FIG. 37. — Tachycardie paroxystique irrégulière ou tachyarythmie complète. Les sommets P ont disparu. La courbe présente de fines dentelures irrégulières. Seuls les sommets R T sont nets.

systoles ventriculaires, on distingue trois variétés d'arythmie complète :

1° La tachya-rythmie complète qui peut survenir par crise au cours de l'évolution de l'arythmie complète. Ce sont ces crises que l'on décrit sous le nom de tachycardie paroxystique irrégulière.

On note ici une accélération exagérée des systoles ventriculaires qui sont toujours irrégulières et d'amplitude inégale mais très rapprochées les unes des autres (fig. 37).



FIG. 38 — Brady-arythmie complète. La courbe présente nettement de fines dentelures irrégulières caractéristiques de la fibrillation des oreillettes. Les sommets R sont très espacés.

2° L'arythmie complète de *fréquence moyenne*, c'est la forme habituelle, le nombre de pulsations se maintient aux environs du chiffre normal (fig. 39).

3° La brady-arythmie complète qui est caractérisée par des systoles ventriculaires très espacées les unes des autres, par un ralentissement considérable du rythme ventriculaire.

Ici la transmission des excitations aux ventricules, est provoquée par les fibrillations auriculaires ; cette transmission est beaucoup plus limitée que dans toutes les autres variétés d'arythmie complète.

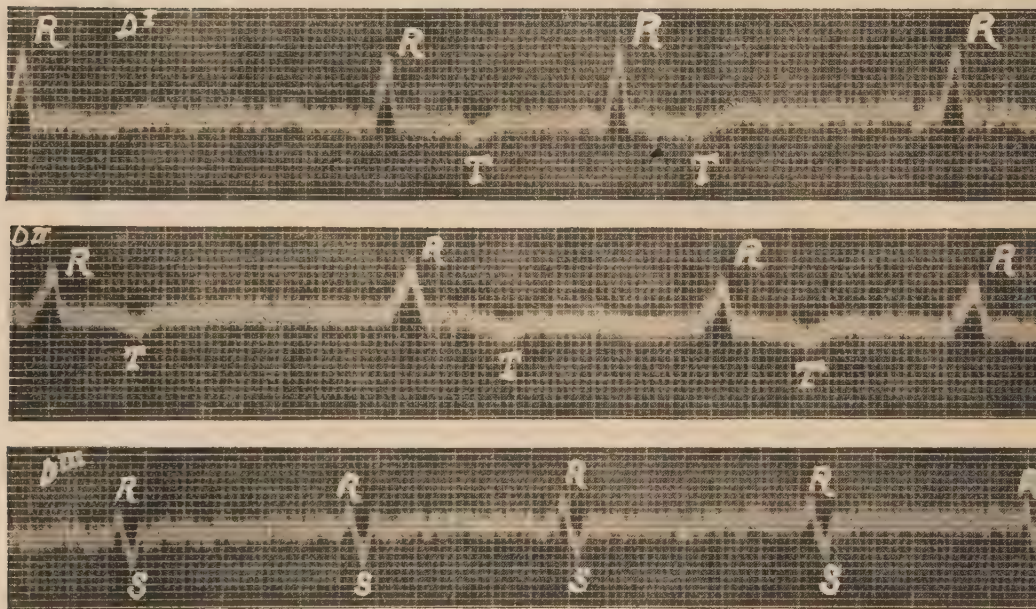


Fig. 39. — Arythmie complète de fréquence moyenne, le nombre de systoles ventriculaires (R) étant à peu près normal. Les fines dentelures irrégulières caractéristiques de la fibrillation, sont très nettes.

C'est un véritable blocage sino-auriculaire qui a été particulièrement étudié par WENCKEBACH. Cette variété s'observe souvent après la cure digitalique, à dose massive ou fractionnée. La digitale exerce en effet dans l'arythmie complète son maximum d'action, puisqu'elle agit sur le trouble dû à l'insuffisance cardiaque, ainsi que sur l'arythmie complète dont elle modère la fréquence et l'irrégularité.

Les Bradycardies

Il existe trois principales variétés de bradycardies :

1° Le pouls lent permanent ou maladie « d'Adams-stokes » ;

2° Le pouls lent d'origine pneumogastrique ;

3° Le faux pouls lent par extrasystole (bigéminisme).

La première est due à un trouble de la *conductibilité* (maladie d'Adams-Stockes), la seconde à un trouble de nature extracardiaque (*d'origine pneumogastrique*), et la troisième à un trouble de l'*excitabilité* (bradycardie par extrasystoles).

Les examens graphiques seuls nous permettront de distinguer très aisément chacune de ces trois variétés :

1° **Le pouls lent permanent** (ou maladie d'Adams-stokes). — On sait que cette variété d'arythmie qui est due à un trouble de la conductibilité, s'accompagne de lésions plus ou moins profondes du faisceau de Hrs. Le stimulus normal ou sinusal étant bloqué au niveau de la lésion, ne peut plus être transmis aux ventricules qui se contractent suivant le rythme idio-ventriculaire, alors que les oreillettes continuent à se contracter suivant le rythme normal, d'où dissociation auriculo-ventriculaire ou bradycardie par dissociation, qui d'incomplète d'abord devient complète par la suite.

Il est exceptionnel que ce syndrome s'installe d'emblée. Il passe généralement par deux phases successives :

La première paroxystique, s'accompagnant de troubles vertigineux, des attaques syncopales ou des crises épileptiques formes et convulsives, dues à des ralentissements excessifs.

Dans la seconde phase, « dite phase de ralentissement permanent », les accidents précédents deviennent relativement plus rares ; il s'effectue une sorte d'adaptation des centres nerveux à l'ischémie qui résulte de la lenteur des contractions.

Le cas que nous présentons (fig. 40) est celui d'une bradycardie arrivée à la phase de ralentissement permanent de la dissociation complète. « Il s'agit d'un homme âgé de cinquante et un ans, impaludé au Congo en 1904 n'ayant aucun antécédent syphilitique (Réaction de Bordet-Wassermann négative). La maladie débuta en février 1918 et se manifesta tout d'abord par de légers vertiges. En août 1918, rentrant un soir de son travail, le malade perd brusquement connaissance, les syncopes se répètent assez fréquemment, tous les quinze jours pendant plusieurs mois et s'accompagnent toujours d'un ralentissement très marqué du pouls. En octobre 1918 survient une syncope particulièrement prolongée, qui fut la dernière et à la suite de laquelle le pouls se fixa définitivement au voisinage de 30 pulsations à la minute. En août 1919, il se présente à nous avec une dissociation auriculo-ventriculaire permanente et complète.

La fréquence du rythme autonome « idio-ventriculaire » est de 28 à la minute, la fréquence du rythme auriculaire était normale 70 à la minute.

2° Pouls lent d'origine pneumo-gastrique. — Ces bradycardies nerveuses comprennent :

a) L'arythmie respiratoire que l'on constate pendant l'expiration et qui est un phénomène physiologique. Elle ne s'accompagne généralement d'aucun trouble bien marqué. Nous en avons signalé les traits caractéristiques au point de vue de l'électrocardiogramme dans le chapitre des troubles physiologiques (Voir fig. 9 et 10, chapitre IV).

FIG. 40. — Electrocardiogramme dans le syndrome d'ADAMS-STOKE. Phase de ralentissement permanent. Les systoles auriculaires P se manifestent avec leur rythme normal (ici 70 à la minute), mais elles n'affectent aucun rapport déterminé avec les complexes ventriculaires. Il y a dissociation auriculo-ventriculaire complète.

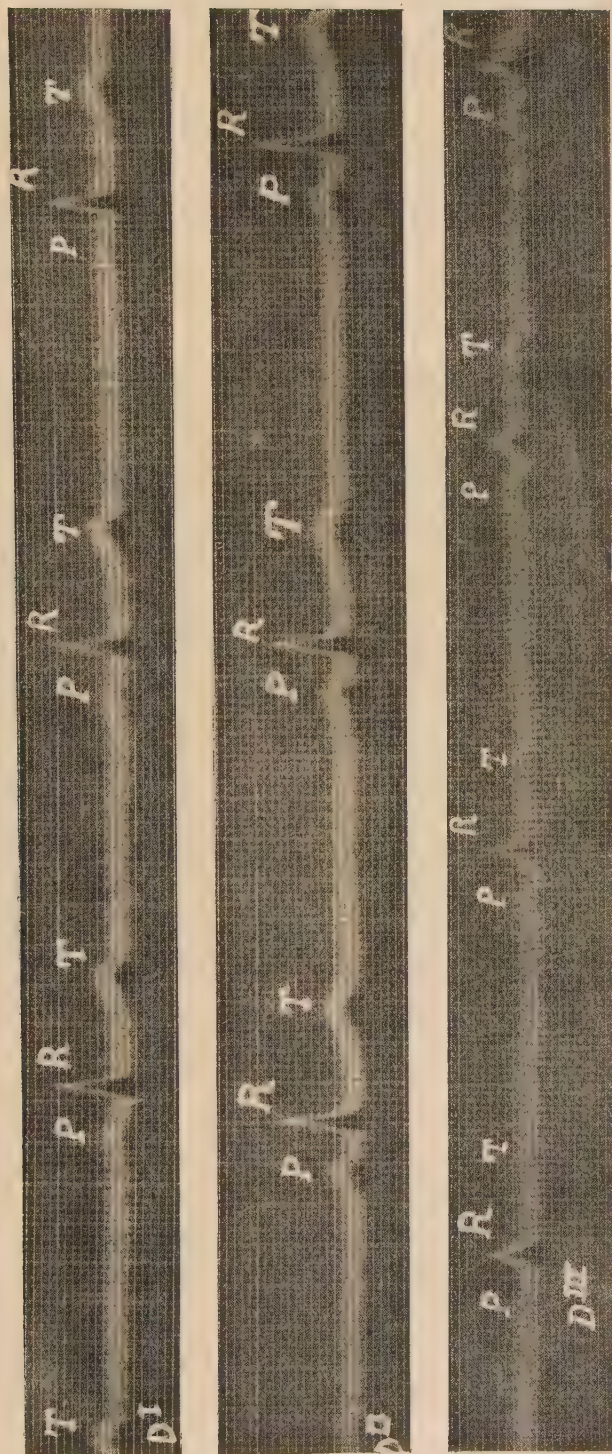


FIG. 41. — Pouls lent d'origine pneumogastrique. Bradycardie totale par inhibition sinusale du nerf vague, intéressant à la fois les oreillettes et les ventricules.

b) La bradycardie par inhibition sinusale du nerf vague. Elle peut s'accompagner de troubles nerveux plus ou moins marqués. Elle est d'une durée très variable, s'atténuant ou disparaissant au cours des efforts. Elle survient par périodes par des intervalles séparés au cours desquels le nombre de pulsations atteint le chiffre de la normale. Le cas rapporté

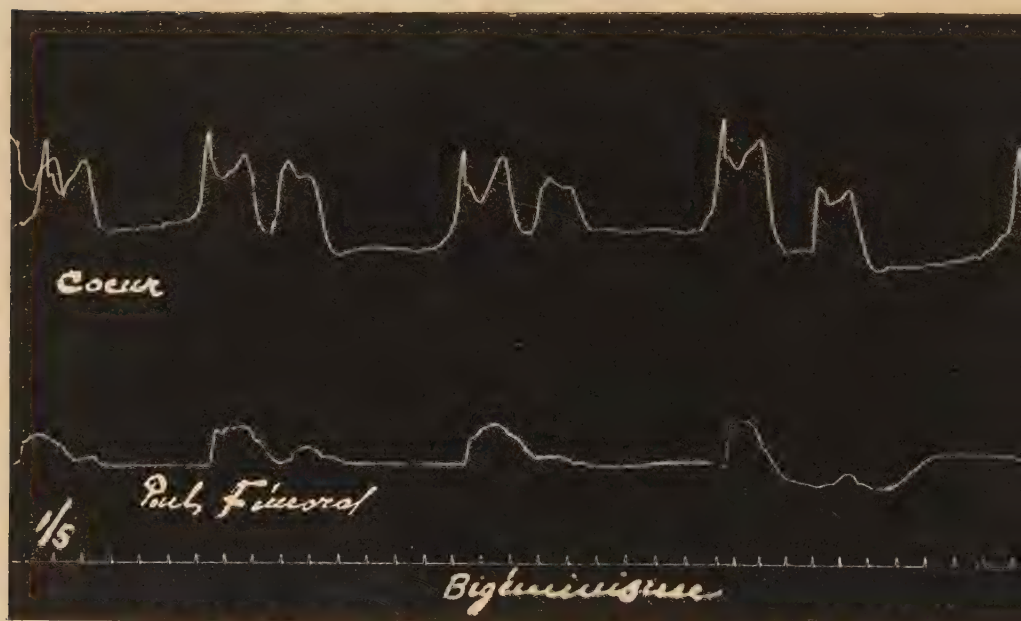


FIG. 42. — Bradycardie par extrasystole (bigéminisme).

par LOSSELETTE et celui que rapporte ESMEIN sont particulièrement démonstratifs.

Le cas que nous donnons (figure 44) est celui d'un homme de quarante-cinq ans, sans lésions du cœur, ni des vaisseaux. Dans ses antécédents on note la rougeole, la coqueluche, etc..., des bronchites très fréquentes. Le patient était venu nous voir pour une bronchite chronique et des vertiges. A l'examen aucun trouble du côté du système nerveux, les réflexes sont normaux; du côté des oreilles rien à signaler, l'otiste

qu'il avait consulté pour ses vertiges l'avait fait remarquer. Ses vertiges étaient sans doute consécutifs à ses crises de bradycardie: par inhibition sinusale du nerf vague, ainsi que le montre l'électro-cardiogramme que nous reproduisons dans la (figure 41)

Dans cette forme de Bradycardie les contractions auriculaires et ventriculaires subissent un ralentissement total. Le rapport qui existe entre elles n'est guère modifié.

3° **Bradycardies par extrasystole.** — Elles résultent d'un trouble de l'excitabilité cardiaque, tel celui qu'on observe dans les cas de bigéminisme par extrasystoles (figures 29-42 avec texte correspondant).

Le Pouls alternant

Le pouls alternant qui résulte d'un trouble de la contractilité est caractérisé par trois particularités essentielles qui sont :

a) La succession régulière d'un battement faible à un battement normal et fort.

b) La fixité des rapports qui existent entre les deux pulsations, la faible étant équidistante des deux pulsations fortes et parfois légèrement plus proche de celle qui la suit :

c) La persistance sans aucune interruption pendant plusieurs heures au moins de cette cadence du pouls.

Cette dernière particularité permet assez souvent de différencier le pouls alternant du bigéminisme. Car il existe certaines variétés de bigéminisme, où l'extrasystole peut apparaître d'une façon régulière et à égale distance de deux systoles normales. Ce sont ces variétés que l'on désigne sous le nom de pseudo-pouls alternant.

Ce dernier est rare et beaucoup moins durable que le pouls alternant véritable. Aussi est-il parfois difficile d'établir un diagnostic différentiel entre cette variété de bigéminisme et le pouls alternant, sans le concours des tracés. La méthode

électrocardiographique permet de les différencier très aisément et d'une façon absolue. Il suffit pour s'en rendre compte d'examiner les électrocardiogrammes des figures 43 et 44.

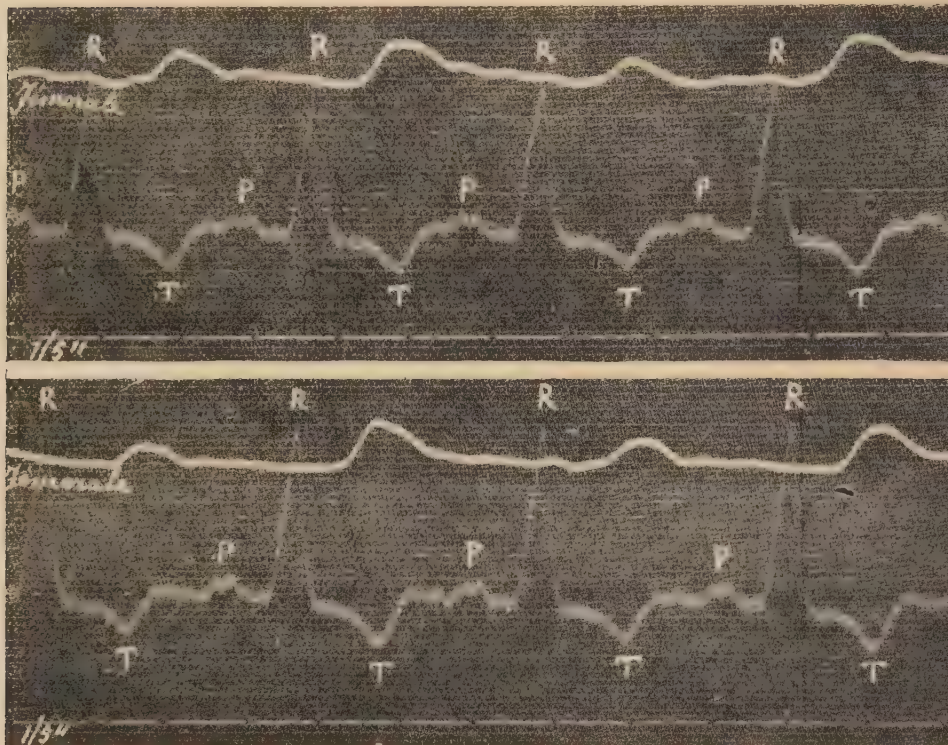


FIG. 43. — Electrocardiogramme dans un cas de pouls alternant. Il a été communiqué à la Société de Biologie « séance du 29 nov. 1913 » par MM. Bordet, Donzelot et Pezzi.

Dans le cas de bigéminisme figure (44) on voit au premier abord qu'on a affaire à des extrasystoles ventriculaires gauches, régulièrement groupées, tandis que dans le pouls alternant (figure 43) toutes les systoles sont sinusales et les sommets P. Q. R. S. T. des courbes électrocardiographiques se succèdent régulièrement.

Ces courbes sont toutes identiques à chaque révolution cardia-

que ; cependant lors des pulsations faibles, les sommets R et T sont légèrement moins élevés que ceux des pulsations fortes.

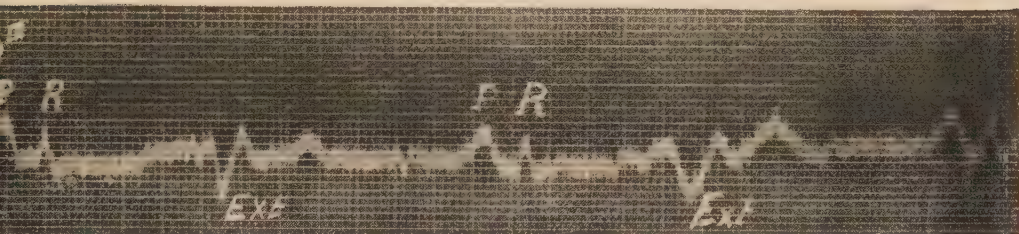


FIG. 44. — Electrocardiogramme dans un cas de bigémisme.

On sait que l'apparition du pouls alternant, qui est d'un pronostic particulièrement fâcheux, n'est que la conséquence d'un état d'insuffisance aiguë du myocarde. Or cette affection étant caractérisée par la diminution appréciable des sommets R et T de l'électrocardiogramme, on ne peut pas ne pas rapprocher ces modifications de celles que l'on a aussi observées dans les *myocardites*, ainsi que dans les lésions de *sclérose diffuse* envahissant les arborisations du système de PURKINJE.

Dans ces dernières affections PERCUIs CARTER et d'autres auteurs ont justement signalé la diminution de l'amplitude du sommet R avec l'allongement de l'intervalle Q R S, s'accompagnant parfois de l'inversion du sommet T.

*
* *
*

Arrivé à la fin de ce travail et avant de conclure, deux faits ne laissent pas de nous frapper.

1° La valeur relative des résultats obtenus par l'électrocardiographie dans l'examen des hypertrophies.

2° L'importance autrement considérable de ces mêmes résultats dans l'étude des arythmies.

Tels sont les deux grands aspects qui s'offrent à nos regards dans le domaine clinique si vaste de la pathologie du cœur. Or ces deux grands aspects correspondent à deux grands faits essentiels de la pathologie cardiaque.

Les courbes électrocardiographiques, n'apportent pas, quand il s'agit des hypertrophies ventriculaires, de renseignements importants au point de vue séméiologique, parce que l'hypertrophie, quelle que soit l'importance de la masse ventriculaire, ne fait que retentir plus ou moins sur la direction de l'axe électrique du cœur.

Quant aux arythmies, les questions de volume passent au second plan. Les troubles de l'excitabilité, de la conductibilité, dont le rôle est essentiel, dans l'apparition des diverses variétés d'arythmies, sont décélés et étudiés avec infiniment plus de facilité et de précision, étant donné la délicatesse même des procédés employés par la méthode. Celle-ci combinée avec les autres méthodes d'examen du cœur (Phlébographie, Sphygmographie, Radiologie) est appelée à donner de précieux renseignements sur certains troubles de l'activité cardiaque, quelquefois si difficiles à interpréter. La méthode électrocardiographique a donc aujourd'hui sa place légitime dans la clinique et ne doit pas être confinée au laboratoire.

CONCLUSIONS

I. — L'électrocardiographie est une méthode qui a pour but de traduire graphiquement les variations des phénomènes électriques du cœur pendant son activité.

On appelle électrocardiogramme un tracé représentant la courbe des variations électriques qui naissent pendant les divers phases d'une révolution cardiaque.

II. — Le galvanomètre à corde d'EINTHOVEN, appareil dont on se sert pour enregistrer les courants d'action du cœur, se compose essentiellement d'un électro-aimant et d'un système vibreur.

L'électro-aimant est composé de l'aimant et de deux bobines qui consistent en deux sections à 6.000 enroulements chacune. Le système vibreur est représenté par la corde formée par un fil de quartz argenté n'ayant que 2 à 3 μ de diamètre ; cette corde est grossie 500 fois quand elle est projetée sur l'écran.

III. — L'électrocardiogramme tel qu'il est établi aujourd'hui comporte donc cinq sommets ; P. Q. R. S. T.

P. — Correspond à la systole des oreillettes.

Le groupe Q. R. S. T. formant ce qu'on a appelé le complexe ventriculaire, correspond à la systole des ventricules.

Q. — Marque le début de la systole ventriculaire, c'est la première et légère contraction de la pointe.

R. — La contraction de la base.

S. — La seconde et dernière contraction de la pointe.

T. — Correspondrait à la contraction du bulbe aortique pour les uns, à la dernière phase de la systole ventriculaire droite pour les autres.

U. — Marque la fermeture des valvules sigmoïdes. Ce sommet est très rare.

Dans un électrocardiogramme normal Q. S. peuvent disparaître.

IV. — Les électrocardiogrammes normaux varient légèrement d'un sujet à un autre suivant la direction de l'axe électrique du cœur, autrement dit suivant que le cœur est oblique, vertical ou horizontal, et suivant l'amplitude des mouvements respiratoires.

V. — Les courbes électrocardiographiques peuvent subir des modifications notables dans les déplacements du cœur provoqués par un trouble de nature extra-cardiaque. Ces causes, qu'elles soient congénitales ou acquises (hétérotaxie, dextrocardie, pleurésie droite ou gauche, distension gastrique, ascite, etc.) font subir aux électrocardiogrammes des transformations plus ou moins importantes, allant même jusqu'à renverser la courbe comme dans la courbe dite « en miroir » de l'hétérotaxie.

VI. — Il en est de même dans l'hypertrophie des cavités cardiaques, les hypertrophies ventriculaires droite ou gauche donnant parfois des courbes électrocardiographiques plus ou moins typiques.

Toutes ces transformations s'expliquent généralement grâce à la théorie axiale de WALLER ; car il n'y a là même dans les hypertrophies, que des déplacements de l'axe électrique du cœur, le rôle de la masse ventriculaire étant tout à fait secondaire.

VII. — Les lésions organiques valvulaires, qu'elles soient congénitales ou acquises, ne donnent des courbes électrocar-

diographiques atypiques, que si la lésion retentit sur la grande ou la petite circulation (hypertrophie des cavités cardiaques) ou si le rythme normal du cœur est troublé.

VIII. — *Les arythmies.* — Les électrocardiogrammes fournis par les diverses variétés d'arythmie sont typiques :

Arythmies sinusoïdales. — Il s'agit des modifications physiologiques de l'électrocardiogramme telles qu'on les observe dans l'arythmie respiratoire et l'arythmie de station.

Arythmies extrasystoliques. — Dans l'*extrasystole sinusoïdale*, qui n'est qu'une systole anticipée non suivie de repos compensateur, la courbe est normale : le sommet P est beaucoup plus près du sommet T qui le précède, ce qui n'a pas lieu tout à fait dans la courbe normale.

Dans l'*extrasystole auriculaire* la forme de P varie ainsi que l'espace P R. P est tantôt positif ou négatif, suivant que l'excitation prend son origine dans le voisinage du sinus ou près de la région atrio-ventriculaire. Cette variété d'extrasystole, comme dans toutes les autres variétés d'ailleurs, est suivie de repos compensateur.

Dans l'*extrasystole atrio-ventriculaire* P disparaît.

Dans l'*extrasystole ventriculaire droite*, en dérivation II, P disparaît, R est positif, très accentué ; T est négatif, et suit immédiatement le sommet R.

Dans l'*extrasystole ventriculaire gauche*, en dérivation II P disparaît, R est renversé, S très prononcé, T est positif et suit immédiatement le sommet R.

Dans l'*extrasystole ventriculaire centrale*, P disparaît, R est bifide, ou en zigzag, T est positif, rarement inversé.

Dans l'*extrasystole interpolée*, même chose que dans celle du type droit ou du type gauche, avec cette différence qu'elle est située à égale distance des deux systoles normales avoisinantes, et légèrement plus près de celle qui la précède.

Dans l'*extrasystole rétrograde* ou bien P et le complexe

ventriculaire se superposent ou bien P apparaît après R. P. est toujours négatif.

Bigéminisme. — Il s'agit des extrasystoles du type droit ou gauche régulièrement groupées, chacune d'elles étant intercalée entre deux systoles normales, à égale distance des deux, mais le plus souvent l'extrasystole est plus rapprochée de la systole normale qui la précède.

LES TACHYCARDIES PAROXYSTIQUES

I. — La tachycardie paroxystique sinusale, le foyer d'excitation étant localisé au sinus.

II. — Les tachycardies paroxystiques extra-sinusales telles qu'elles ont été classées par M. DONZELOT.

1° Formes régulières ou totales (maladie de BOUVERET-HOFFMANN).

a) Dans la variété supra-nodale : P est positif et peu marqué si le point d'excitation est haut situé, il peut devenir négatif ou inversé si le point d'excitation est situé très bas.

b) Dans la variété nodale P disparaît ou se fusionne avec le complexe ventriculaire ;

c) Dans la variété infra-nodale, P est inversé, il peut se fusionner avec le sommet R ou apparaître immédiatement après ;

2° Forme partielle ou tachycardie paroxystique à forme auriculaire ; c'est la tachysystolie auriculaire (auricular flutter) des anglais.

a) Dans la forme régulière : le rapport entre les rythmes auriculaire et ventriculaire est fixe sur l'électrocardiogramme.

b) Dans la forme légèrement irrégulière : le rapport entre les rythmes auriculaire et ventriculaire n'est plus constant.

c) Dans la forme très irrégulière ; de fines oscillations se substituent souvent aux sommets P, le nombre des contrac-

tions auriculaires, intercalées entre deux complexes ventriculaires est très variable.

C'est cette dernière variété que nous avons appelée la variété « *Fibrillo-Flutter* » puisqu'elle contient à la fois du flutter et de la fibrillation. Elle n'a aucun des caractères propres aux tachycardies paroxystiques. Elle est intermédiaire entre la tachysystolie auriculaire, et l'arythmie complète. Nous l'avons rattachée à cette dernière. Elle n'est en réalité que *la phase prémonitoire de l'arythmie complète* ;

3° La troisième forme de la classification de M. DONZELOT est la forme complètement irrégulière, encore appelée *tachy-arythmie complète*. Elle se caractérise par la fibrillation, la disparition complète du sommet P et par une notable accélération du rythme ventriculaire. C'est la forme paroxystique de la tachycardie que l'on observe dans l'arythmie complète.

Cette classification relative aux tachycardies paroxystiques extra-sinusales peut-être simplifiée comme suit :

1° *Maladie de Bouveret-Hoffmann*. — C'est la forme totale ou régulière intéressant à la fois les oreillettes et les ventricules. Elle est supra-nodale, nodale ou infra-nodale.

2° *Maladie de Mac Williams*. — Du nom de l'auteur qui la décrit le premier en 1887. C'est la forme partielle ou auriculaire (tachy-systolie auriculaire ou l'auricular flutter des anglais) ;

Elle est régulière ou légèrement irrégulière.

3° *La Tachy-arythmie complète*, c'est la tachycardie paroxystique complètement irrégulière ;

P disparaît et à la place on constate de la fibrillation et une notable accélération du rythme ventriculaire.

Arythmie complète. — Dans l'arythmie complète P disparaît et à sa place apparaissent de très fines oscillations (*fibrillations auriculaires*) 400 à 700 par minute.

R est très irrégulière dans son apparition, sa hauteur est variable.

T est généralement assez effacé, parfois même négatif.

Il existe trois variétés d'arythmie complète ;

a) La tachy-arythmie complète où les complexes ventriculaires sont particulièrement accélérés et très irréguliers dans leur apparition.

b) La brady-arythmie complète où les complexes ventriculaires sont très espacés entre eux.

c) La forme intermédiaire ou moyenne dans laquelle le nombre des complexes ventriculaires est d'environ 65 à 75 à la minute.

Les bradycardies. — Dans les bradycardies les électrocardiogrammes donnent des complexes ventriculaires considérablement espacés. Il existe trois variétés de bradycardie :

1° Dans la maladie « d'Adams-stokes » « pouls lent permanent par dissociation complète » l'on voit apparaître P à n'importe quel endroit de la courbe et indépendamment des complexes ventriculaires. Il y a donc dissociation complète.

2° Dans le pouls lent d'origine pneumo-gastrique on ne note qu'un intervalle particulièrement long séparant deux systoles normales.

3° Dans le faux pouls lent par extra-systole on a affaire généralement à du bigéminisme et où l'extra-contraction n'est pas perçue au pouls.

Pouls alternant. — Dans le pouls alternant un battement faible succède à un battement fort. Le sommet R du battement faible est moins élevé ; il en est de même du sommet T qui est en plus inversé. La distance des deux pulsations est constante cependant la pulsation faible est légèrement plus rapprochée de la systole normale suivante.

Il résulte de tout ce qui précède, que si dans les lésions valvulaires et dans les hypertrophies, d'une manière générale l'étude des courbes électrocardiographiques, n'a pas la valeur diagnostique du moindre examen radioscopique il n'en est pas de même dans les arythmies, où la méthode est appelée par sa grande précision même, à donner de précieux renseignements sur tout ce qui concerne les troubles divers de l'activité cardiaque.

Vu : le président de la thèse,

VAQUEZ

Le Doyen

ROGER

Vu et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

APPELL



BIBLIOGRAPHIE

- Ayusti (P.).* — Electrocardiografia en la infancia med. de los ninos. Barcelona, 1914, XV, 33, 68.
- Angyan.* — Der Einfluss der Vagi auf die automatisch schlagende Kammer Pflugers arch. f. d. ges. physiol. Bonn, 1912, c. X, 1, IX, 175.
- Arrilaga (F.-C.).* — Importancia clinica del electrocardiogramma prensa med. argent. Buenos-Aires, 1915-1916. II, 75-80.
- Auer et Robinson (C.).* — Etude électrocardiographique du lapin anaphylactisé Journ. of expér. medicine, octobre 1913.
- Baetge.* — Zur Eventradio diaphragmatica mit elektrokardiographischen Untersuchungen. Arch. f. Klin. med., 1912, c. x., 49.
- Bailey.* — De la taille du cœur et de sa fonction chez les enfants présentant de l'albuminurie orthostatique. Etude orthodiographique. Arch. of Internal medicine, avril 1913.
- Baj (P.).* — L'électrocardiogramme pensiero med. Milano, 1916, VI, 49-51.
- Barker (N.-L.).* — Ober het Electrocardiogramme, Nederl. Tijdschr. V. Geneesk. Amst., 1913, I, 1785-1790.
- Analysi del electrocardiogramma in baso a ricerche eseguite sul cuore d'Anguilla. Arc. di farmacol. spar. Roma, 1913, XV, 346-374.
- Bakker.* — L'électrocardiogramme dans le diagnostic clinique. Journ. of the Amer. med. assoc., 15 octobre 1910, LV, 1350-1353.
- Barker (L.-F.), Hirschfelder (A.-D.) et Bond (G.-M.).* — Persona experience un electroradiographic work withe the use of the Edelman string galvanometer (smaller model). Assoc. am. physicians phil., 1910, XXX, 648-660, 4 pl.

- Barker.* — L'électrocardiography and phonocardiography a collective review Bull. of the Johns Hopkins Hospital, décembre 1910, XXI, 1338-389.
- Barcou.* — L'électrocardiogramme dans les états physiologiques et dans certains états pathologiques du cœur, déplacement de l'organe et hypertrophie des ventricules. Arch. dans maladies du cœur. Paris, 1916. IX, 441-445.
- Bayliss (W.) Starling.* — On the elektromotive phenomena of the mammalian heart. internat. Monatsschr. f. anat. physiol., 1892, IX, 256.
- Becker.* — Analyse de l'électrocardiogramme au moyen du kymographe de Roentgen. Deut. arch. F. Kl. mediz., CXIII, 34.
- Benjamin.* — Modern Electrocardiographie. Lancet Clin. Cincinnati, 10 avril, CXIII, n° 15, 1915, 402-404.
- Bickel et Pawloww.* — Influence de quelques médicaments cardiaques sur la courbe de l'électrocardiogramme. Biochemische Zeitschrift, t. XLVIII, 28 février 1914.
- Bieling.* — Und. elektrokardiographische untersuchungen an 12 herzkrannden Kindern Internat. Beitr. Z. path. therap. d'Ernährungsstor. Berlin 1913-1914, V, 216-226.
- Bijtel.* — Over Elektrocardiographie bij gelikijdige strooma fleiding van meer dan twee lichaamsdeelen. nederl. Tijdschr. v. Geneesk. amst., 1917, I, 751.
- Bishop (L.).* — The importance of the adoption of the electrocardiography and orthodiagraphy as routine measures in the management of disorders of the heart. Med. rec. N.-York, 1919, XCV, I, 5, 38.
- The pathological physiology of the heart as revealed by the polygraph and the electrocardiograph. Med. rec. New-York, 1917, X, 211, 450; Med. press. Lond., 1918, c. V., 262-264 tr. ther. soc., 1917. New-York, 1918, XVIII, 52-56.
- Bittorf.* — L'électroangiogramme, XXX^e Congrès all. de médecine int., avril 1913.
- De l'enregistrement électrique des mouvements des parois vasculaires avec le poule electroangiogramme. Zentralblatt f. f. inn. Medizin, 25 janvier 1913.
- Boden et Neukirch.* — Elektrokardiographische studien am isolierten Säugetier und Menschenherzen bei direkter und indi-

- rekter ableitung. Arc. f. D. ges. Physiol. berl., 1918, CLXXI, 146-191.
- Boer (S. de).* — Electrocardiogramme de la grenouille et influence des excitations électriques. Nederland Tijdschrift. V. Geneesk., 11 décembre 1913, p. 2367-2379.
- Electrocardiogramme et ses variations. Nederl. Tijdschr. voor Geneesk., 6 avril 1918, I, 928-940; II, 993-995.
- L'influence de la vitesse de conduction de l'excitation sur la forme de l'électrocardiogramme ventriculaire. Arch. neerl. de physiol. La Haye, 1918-1919, III, 7, 46.
- Boedi (S. De).* — Sur la valeur de l'électrocardiogramme pour le diagnostic du herz-block dans la maladie d'Adams-stokes. Wien, med. Wchnschr., 1919, LIX, 2303-2309.
- Bordet (E.).* — Revue sur l'électrocardiographie au point de vue clinique. Arch. d'électr. médicale, 23 mai 1910, 431.
- L'état actuel de l'électrocardiographie. Arch. d. mal. du cœur, Paris, 1911, IV, 153-170.
- Bordet (E.), Donzelot (E.), Pizzi (C.).* — Soc. de Biologie, Séance 29 nov. 1913. Sur un cas d'alternance cardiaque mécanique et électrique chez l'homme.
- Boruttau.* —*De la signification de l'élévation terminale de l'électrocardiogramme. Arch. f. Anal. physiol., 1915.
- Brandenburg et Laqueur.* — Sur les modifications de l'électrocardiogramme des cardiaques par les bains carbo-gazeux. Mediz klinik., n° 16, 1914; X, 689-691, ztschr. F. exper. patch. therap. Berlin, 1914, XVI, 194-216.
- Bridgmann.* — Valeur de l'électrocardiogramme dans le diagnostic de l'hypertrophie cardiaque. Arch. of internal medicine, mars 1915. 487-500.
- Buchanan (Florence).* — Electrocardiogrammes IX congrès intern. de physiologie, septembre 1919.
- Buchanan.* — Fréquence des pulsations du cœur et forme de l'électrocardiogramme chez les oiseaux. Proc. physiol. soc. Lond., 1908-1909, 62-66.
- Bull.* — Inscriptions simultanées du son et de l'électrocardiogramme. Quart. J. of experim. Physiology, 1911, IV, n° 3, proc. physiol. Soc. Lond., 1911, XLIII, V.
- Bull, Clerc, Pezzi.* — Recherches électrocardiographiques sur

- l'action de la nicotine. Société de Biologie, 27 juin 1914.
- Burmester*. — Progressi del campo della electrocardiografia gaz, internaz di mod. Napoli, 1911, XIV, 118.
- Burton et Sanderson, Page*. — On the Electrical phenoma of the excitation process in the theart of the frog and the Tontoire as investigated, photographically. J. physiol. Londres, 1883, IV, 327, dar Vorhandensein aier. A. Zacke war et J. Cacher, Schon in den, Capimarshsk meter curv in von burton Sanderson, v. page, 1883.
- Camby Robinson*. — De la mort du cœur humain étufiée par l'électrocardiographie. Amer. Soc. for the Adv. of clin. investig., mai 1912.
- Calandra*. — Valor clinico del electrocardiograma. Rev. clin. de Madrid, 1913, IX, 244-253.
- Carter (E.-P.)*. — Nouvelles observations sur les dérivations de l'électrocardiogramme associées à la sclérose des branches du faisceau auriculo-ventriculaire et de leurs arborisations terminales. Arch. of inter. med. Chicago, 1918, sept. 330. Anal. in Arch. d. mal. cœur. Paris, mars 1919, p. 97-99.
- Observations on the occurence of inverted and diphase. Waves in lead III of the human électrocardiogramme. Arch. intern. med. Chicago, 1919, XXIII, 1-16.
- Charter (E.-P.) Greene*. — The electrocardiogramme and ventricular preponderance. Arch. of intern. Med. Chicago, 1919, XXIV, 638-644.
- Carter (E.-P.), Richter (C.-P.), Greene (C.-H.)*. — A graphie application of the principle of the equilatoral triangle for determining the direction of the electrical axis of the heart in the human electrocardiogramme. Bull. Johns Hopkins, hosp. Balt., 1919, XXX, 162-167, 333-340.
- Cavazzani*. — Quelques considérations sur l'électro-cardiogramme surtout en ce qui regarde la durée de la systole. Acad. di Soc. med. Natur di Ferrara, 30 novembre 1911.
- Cavazzani (L.)*. — Cardiogramma dell'atrio sinistro dell'uomo. Arch. di fisiol, Firenze, 1917, 18, XVI, 175-180.
- Clement*. — Heber eine neue methode zur untersuchung der Fortleitung des Erregungs Vorganges inn Herzen Ztschr. F. Biol., 1912, L, VIII, 110.

- Cluzet et Tixier.* — L'électrocardiogramme pendant l'anesthésie générale chez l'homme. *Compt. rend. Soc. de Biol. Paris*, 1919, LXXXII; 839-840.
- Cluzet et Petzetakis.* — Etude électrocardiographique et expérimentale du reflexe oculocardiaque. *Lyon méd.*, 15 février 1914.
- Electrocardiogrammes pendant l'anesthésie générale modifications importantes provoquées par le chloroforme. *Lyon méd.*, 25 janvier et 1^{er} février 1914.
- Etude électrocardiographique expérimentale sur les principaux modes d'anesthésie générale. *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, LXXVI, 17 janvier 1914.
- Cluzet (J.).* — Etude électrocardiographique et radioscopique du cœur des athlètes. *Comptes r. de la S. Biol.*, Paris, 8 nov. 1919, 1119-1120.
- Cluzet.* — L'électrocardiogramme chez les blessés. *Soc. méd. chir militaire de la XIV^e région*, 20 juin 1916; *Lyon méd.*, sept. 1916.
- Cluzet et Rebattu.* — De l'électrocardiogramme dans les arythmies. *Lyon médical*, 5 novembre 1911, XVII; *Bull. Soc. méd. hôp. de Lyon*, 1911, X, 520-534; *J. de physiol. et path. générale*, 1912, XIV, 97, 107.
- De l'électrocardiogramme dans les pouls lents et ralentis. *Bull. Soc. méd. des hôp. de Lyon*, 1911, X, 420-426.
- De l'électrogramme dans les bradycardies. *J. de physiol. e path. gén.* Paris, 1912, XIV, 81, 85.
- Cluzet (J.).* — Sur l'étude clinique du cœur par la méthode des électrocardiogrammes. *Lyon méd.*, 17 juillet 1910; *Bull. Soc. méd. des hôp. de Lyon*, 1910, IX, 213 et 220.
- Cluzet et Sarvonat.* — L'électrogramme de l'embryon de poulet. *J. de physiologie et path. gén.* Paris, 1914-1915, XVI.
- Cohn (Alfred)* — L'état présent de l'électrocardiographie en médecine clinique. *Amer. J. of the medical sciences*, avril 1916, CII, 529, 549.
- Frasér et Ross Jamieson* — L'influence de la digitale sur l'élévation T.
- De l'électrocardiogramme humain, *Journal of experimental medicine*, XXI, n° 6, 1915.

- Cohn*. — Etat présent de la méthode électrocardiographique en médecine clinique. Discussion : Barker, Herick, Cohn, Association of American physicians, mai 1915, transactions XXX, 729, 752.
- Cohn (A.-E.)*. — The Basis of certain changes in electrocardiogram. Boston medical and surgical journal, novembre 1917, cl. XXVII, 753-756. Discussion, 759-764.
- Cohn (Alfred)*. — Etudes cliniques et électrocardiographiques sur l'action de la digitale. The college of physicians of Philadelphia, 14 décembre 1914.
- Etudes cliniques et électrocardiographiques sur l'action de la digitale. J. of the Amer. med. assoc., 30 octobre 1915, XLVI, 1527-1532.
- Collilieux (A.)*. — De l'électrocardiographie. Th. Lyon, 1910-1911. 78 p.
- L'électrocardiographie. Ann. d'électrobiol. et de radiol., déc. 1910.
- Correas et Zayas*. — Electrocardiographie. Semana medica. Buenos-Ayres, 27 novembre 1913.
- Cooton (Z. F.)*. — L'électrocardiographie clinique d'après Th. Lewis arch. : mal. cœur, février 1914, VII, 131, 136.
- Cremer (M.)*. — Ueber die galvanometrische beobachtung und registri rung der Aktienstrome einn offenen kruse. Stitzungs b D. ges F. morph. physiol. Munchen, 1905.
- Ueber die direkte abeitung der aktionstrome des menschlichen herzens vom oesophages und uber das elektrokardio-gramme des fatus. Munchen med. Wehms Chr., 1906, n° 47, p. 811.
- Demonstration die Aktionstrome des menschlichen herzens. Verhendt D. XXIII, kongr. F. inn med., 1906, 724.
- Uber die registrierung mechanischer vorgange auf elektrischen wege spezielle mit hilfe des saitengalvanometers. Munchen med. Wosch., 1907, n° 336.
- Das Saitengalvanometre von einthoven und Seine. Leistungen. Verhandl D. Kongr. F. ein Mediziss. 1909.
- Cybulski et Surzycki (J.)*. — Changements électrocardiographiques produits par la présence de liquide dans le péricarde Przegl. lek. Krakow, 1912, LI, 499.

- Dodd et Shattuck.* — Radioscopie des lésions cardiaques. Amer. Roentgen Ray Society, octobre 1913.
- Donzelot (E.)* — En collaboration avec E. Bordet et C. Pozzi. Soc. Biologie, séance 29 nov. 1913. Sur un cas d'alternance cardiaque mécanique et électrique observée chez l'homme.
- Dresbach.* — Mumford S. A. Interpolated. extrasystoles in an apparently normal heart illustrated by electro-cardiograms and polygrams. heart. Lond., 1913-1913, V, 197, 216.
- Egan (E.)* — Influence du battement cardiaque sur la taille des élévations dans l'électrocardiogramme. Zeit. f. Klin. Mediz., LXXIX, 5-6.
- Eiger.* — Die Physiologischen Grundlagen der electrocardiographie arch. F. Die Gesamte physiol., C, 21 avril 1913, I, 516.
- Die Elektrokardiographie methode, ihre bedeutung und klinisch anwendung. Prag. med. Wochenschr., 1911, XXXVI, 287, 303. Przegl. Lek. Krakow, 1911, I, 77, 96.
- Einthoven.* — Die Registrierung der Herzoeone. Pflugers archiv., 1894, VII, 617.
- Einthoven.* — Über die form des menschlichen Elektrokardiogramme plugers archiv. F. D. ges. Physiol. Bonn., 1893, Bd. 60, 101, 123. Idiagra, 1 pl.
- Und Lint (KD.) Ueber das normale menschliche elektrokardiogr. und über die capillar elektrametrische untersuchung lini-ger Herzkraken. Arch. F. D. ges. physiol. Bonn. sgoo, LXXX, 139-160, fig. 2 taf.
- Einthoven (W.)* — Ein neues galvanometer annalen der physik., 1903, XII, 2059.
- Die Galvanometrische registrierung des menschlichen electro-kardiogramms zugleich eine beurteilung der anwendung des kapillareskrameters in der physiologie. Pfluger's Arch. F. D. ges. Physiol. Bonn., 1903, Bd. 99, 472.
- Einthoven* — Weber linige Onwendungen des Saitengalvanometers. Ann. d. Physik, 4 Folge. Bd. XIX.
- Über eine neue Methode zur dämpfung oszillirender galvano-meter ausschlage Anderzoekingen C. I. P. Physiol. Laboratorium D. Univ. te Leiden, 1907, VI, 140.

- Le telecardiogramme. Archiv. internat. de physiologie, 1906, IV, 132, 164 Nederl. Tijdschr. V. Geneesk. Amst. ? 1906, II, 1517-1547, 1 pl.
- Weitere Mitteilungen über das Saitengalvanometers. Ann. d. Physik., 1906, N. T. XXI, 483-665.
- Weitere Mitteilungen über das Saitengalvanometers. Onderzoekingen, G. I. Physiol. Laborat. D. Univ. te Leiden, 1907, VI, 153.
- Hoffmann, Kraus, Munch. med. Wach., 1908, p. 2354-2355, electrocardiogramme.
- Die Registrierung der menschlichen Herztöne mittels der Saitengalvanometers. Onderzoekingen, G. I. H. physiol. laboratorium de Univ. te Leiden, 1908, VII, 45.
- Einthoven (W.)*. — Vranfranger Weiters über das Electrocardiogramm. plugers arch. für ges. physiol. Bonn., 1908, BD. 122, 517, 5846.
- Einthoven*. — La construction du galvanomètre à corde. Arch. F. D. ges. physiol. Bonn., 1909, CXL.
- Über deitung des electrocardiogrammes, Plugers arch. 1912, 149, I, 65-86.
- Wieringer J. H. Ungleichartige, Vaguswirkungen auf das Herz. electrocardiogrammeisch untersucht. Arch. F. D. Ges. Physiol. Bonn., 1913, CLXX, 48.
- Einthoven Fahr. (G. et de Wart)*. — A Ueber die richtung und die manifeste gross der potentiell schuvankungen im menschlichen Herzen and über den Einfluss der Herslage auf die Form des Electrocardiogramms. Arch. F. D. ; Ges. Physiol. Bonn., 1913, cl. 275.
- Einthoven (Ph.)*. — L'électrocardiogramme dans les maladies congénitales du cœur. Nederl. Tijdschr. V. Geneesk. Amst., 12 déc. 1914, 1944.
- Einthoven (W. d'Hughenoltz)*. — Over het electrocardiogram. B. I. J. het mit int. Clyven van elke zichtbare samentre-sing van het hart nederl. Tij dschr. van fenesk. Amst., 1919, I, 310-319.
- Einthoven*. — Les différentes formes d'électrocardiogramme et leur signification. Lannet, 30 mars 1912. 853, 361, 868, 870, med. mag. Lond., 1912, XXI, 321-341.

- Remarque sur les mouvements du cœur étudiés par l'électrocardiogramme. Roy Soc. of med. clin. Sect. Londres, avril 1912. V, 183-192.
- Eppinger et Rothberger.* — Zur Analyse des Elektrokardiogramms. Wien, Weiner, kl. Woch., 5 août 1909, XXII, 1091, 1098.
- Centralblatt, f. pjsiologie, XXIV, 1911, p. 1033. Beitrag zur frage des electrocardiogramme der beiders, kammern des sangetier herzens.
- Eissler et Kreuzfuchs.* — Du diagnostic radioscopique de la syphilis aortique. Deut. Mediz. Woch., 30 octobre 1913.
- Ernst Egan.* — Sur l'influence de la situation du cœur sur la taille des saillies de l'électrocardiogramme. Zeits. F. Klin. Medizin. berl., I, 1914, LXXIX, 5-6, 344-347.
- Eschenbremer.* — Ueber das Elektrokardiogramme bei experimental erzenster atrioventrikulawer Automatie. Ztschr. F. biol. Munchen, 1913, LXIII, 339-350.
- Etienne et Mondelange (Mlle J.).* — L'asynchronisme des systoles auriculaires d'après le cardiogramme humain. Arch. des mal. du cœur. Paris, 1917. X, 449-460.
- Eyster (J. A. E.) et Meek.* — The interpretation of the normal electrocardiogramme. Arch. of internal med., février 1913, XI, 204-247.
- Fahr (G.).* — Sur les tracés simultanés des bruits du cœur et de l'électrocardiogramme. Heart. IV, 2 novembre 1913, 147-170.
- Fahr (G.) et Weber.* — De l'origine de l'impulsion cardiaque étudiée par l'électrocardiographie. Deut. Arch. F. Kl. Medizin, 22 juin 1913.
- Fahr (G.).* — The clinical employment of electrocardiographie med. rec. New-York, 1917, XCI, 363.
- The clinical application of electrocardiography. J. Mich. M. soc., grands rapids, 1918, XVII, 10-18.
- Fahrenkamp.* — Elektrographische Untersuchungen uber de einu-virkungen der digitalis bei der trythmia perpetua Deutsche med. Wechnschr. Leipz., 1914.
- Fano (G.) et Spadolini.* — Sur l'électrocardiogramme pendant les oscillations du tonus dans les oreillettes de l'Emys Europaea Archivio di fisiologia. Firenze, 1^{er} septembre 1913, XI, 437-467.

- Felberbaum*. — A simplified technic of applying the electrodes in electrocardiography. J. Lab. V. clin. M. Saint-Louis, 1918-1919, IV, 497.
- Ferralis*. — Recherches électrocardiographiques sur un cas de malformation congénitale du cœur droit, Policlinico, sez. med., mai 1915.
- Foa* — L'électrocardiogramme fœtal giorn. dell. R. Accad. di Torino, avril-mai 1911, 4, J. XVII, 90, 91, I, pl.
- Fraser (Fr.)*. — Modifications de l'électrocardiogramme accompagnant des modifications expérimentales dans le cœur du lapin. Journ. of exper. Medicine, sept. 1915.
- Fredericq*. — L'électrogramme de la secousse provoquée dans le muscle cardiaque isolé du chien AC. roy. de Belgique, 1909, n° 12.
- Simplification de myogrammes mécaniques et électriques du ventricule par alimentation défectueuse du cœur Arch. intern. de Physiologie, II, P.
- Frey*. — Quelques nouveaux résultats de l'électrocardiogramme. Munch. med. Woch., 1^{er} juin, n° 22.
- Friberger*. — A cardiogram on the right auricle, in man 7 Nord. med. arkiw. Stockholm, 1915, 3 f. XV, afd. II, 7-1-12.
- Fridericia (L. S.)*. — Elektrokardiografien Ugeskrift for laeger Copenhagen feb. 1914, LXXVI, n° 6, 229-247.
- Fridericia (L.) et Kæller (P.)* — Un cas de myocardite localisée au septum interventriculaire avec anomalies spéciales de l'électrocardiogramme Hospitalstidende, 20 juin 1917. Deutsches Arch. f. Klin. Mediz. Leipz., 1918, CXXVI, 246-269.
- Funaro et Nicolai*. — Das Elektrokardiogramme des sanglins. centrall f. physiol., 1908, XXII, n° 2.
- Funaro*. — L'électrocardiogramme chez l'enfant. Soc. etal. de Pédiatrie morgagni, juin juillet 1908.
- Gallavardin (L.) et Pallasse*. — Bradycardie par block partiel au cours d'une crise de rhumatisme articulaire aigu. Arch. D. Mal. cœur. Paris, 1914, p. 310, I, PL. électroc.
- Gallavardin (L.)*. — Altération du complexe ventriculaire électrique au cours des troubles de conductibilité auriculo-ventriculaire (block total ou block partiel). Arch. D. Mal. cœur. Paris, 1914, 312, 313 I tracé électrocard.

- Gallavardin (L.), Dufour (P.) et Petzetakis.* — Automatisme ventriculaire intermittent spontané ou provoqué par la compression oculaire et l'injection d'atropine dans les bradycardies totales. Arch. D. Mal. cœur. Paris, 1914, I, 9, XXIV, tracés.
- Gallavardin (L.).* — De quelques nouvelles méthodes de diagnostic des maladies du cœur, phlébographie, césophagocardiographie, électrocardiographie. J. med. franc. Paris, 1911, X, 99, III.
- Galleotti (Di Jorio E.).* — Sulle modifizioni degli electrocardiogrammi per azione dell' alcool. Arch. Di Fisiol. Firenze, 1913-1914, XII, 401-414.
- Ganters.* — Analyse de l'électrocardiogramme d'anormaux à sang chaud (cœur in situ) deut. Arch. F. Kl. Mediz., 1913, CXII, 5, 6, 559-579.
- Ganter et Zahn.* — Ueber das Elektrokardiogrammes der Vorhofs bei nomotoper und heterotoper automatic. Verhand. d. kongr. F. in med. Wiessbaden, 1913.
- Garthen (S.) et Weber (A.).* — Die druckkurve des rechten Vorhofes in ehrem zeitlichen Verhaltnis zun elektrokardiogramm. Ztschr. F. biol. munchen, 1915, LXVII, 23, 82, 16 pl.
- Gerhartz.* — Sur l'élévation finale de l'électrocardiogramme. Munch. mediz. Woch., 21 novembre 1911, LXIII, 1655.
- Hérzschallstudien, pflugers arch., 1910, CXXXI, 509. Ueber du Methodik der aufzeichnung reiner herzschallkurwen, Pflugers Arch., 1912, CXLVII, 437, Berlin, 1911.
- Gibbes (C.C.V. Dally).* — The Electrocardiogram in complete heart block cling. J. Lond., 1912-1913, XI, 311-316.
- Gilberly.* — The Electrocardiographie et ses applications cliniques. Australian med. Journal, 18 mai 1912.
- Goldemeister.* — Ein einfaches Schaltbrett fur das saitenganometer. Zeitsc. f. biol. technik u. methodik, 1913.
- Gildenreister.* — Ueber die Polarisaton von Elektroden die zu elektro physiologischen zurehen gebrantcht werden. Ztschr. F. Biol. technik, u. methodik, 1913.
- Gilmour (J.).* — Some revelations of the electrocardiograph. in disease Univ. Durham coll. med. gaz. Newcastle, 1916, 17, XVII, 50-55, 4 pl.
- Spadolini (Giulio-Fano-Iging).* — L'électrocardiogramme des oreil-

- lettres de tortue. IX^e Congrès intern de Physiologie, sept. 1913.
- Goodard (Ch.)*. — Des modifications de l'onde P Dans l'électrocardiogramme humain. Arch. of. internal. Medicine, oct. 1915, XVI, 532-643.
- Gotsch (F.)*. — Capillary electrometer records of the electrical changes during the naturel beat of the frog's-sheart. Preliminary communication, proc. Roy. soc. Lond., 1907, B. vol. 79-323.
- Gotch.* — Le mode de contraction du ventricule d'après les courbes électrocardiographiques chez la tortue et le lapin. Heart Londres, 1910-1911, n° 2, 235.
- Succession of events in the contracting ventricle as shown by electrometer records. Heart, London, 1909.
- Grædel.* — Meyer et Linheim Berl. klin. Woch. 12 juin 1914. Vergleich; des saitengalvanometer und des oszillographen Elektrokardiogramms.
- Grau.* — Centralblatt fur physiologie, 2 octobre 1909. Uber die Bedeutung Ausserer Namente fur die formder Elektrokardiographischen Kurve.
- Grau (H.)*. — Forme de l'électrocardiogramme. Zeitschr. F. Zentralbl. Physiol., 1909, XXIII, 4400-4402
- Greivr (J.-E.)* — The Electrocardiogram. Lancet clin. cinc., 1912, CVIII, 74-76.
- Grædel.* — Du diagnostic clinique par l'électrocardiogramme. Zentralblatt F. Herzkrankh., 1^{er} mars 1913.
- Grædel (Théo) et Grædel (Franz)*. — La cinématographie radiographique du cœur combinée à l'électrocardiographie. Deutsche medizinische. Wochenschrift, n° 17, p. 798 spl. Rambinierte rontgenkinematographische und elektrokardiographisch herzentersuchunz. Deut. mediz. Woch., 24 avril 1913. Deutch. Arch. F. Cliniq. Med. Leipz. 1912, CIX, 52, 72.
- Grædel und Monckeberg.* — Ein fall von kongenitaler pulmonalstenose und die sich daraus ergebenden schlusse fur die intial zacke des Elektrocardiogrammes. Zentralbl. F. Tlerzkrank. Wien. 1913, V, 2-10.
- Gubergritz.* — Bases physiologiques de l'électrocardiographie et

- son importance clinique, Roussky, Vratich, XVI, n° 10-13.
- Gunther (H.)*. — Electrocardiography how the heart is made to register its own action by the electricity it generates. scient. Am. Suppl. New-York, 1914, LXXVII, 300.
- Halsey*. — Etude de quelques arythmies de l'enfance par l'électrocardiogramme Archiv. of. Pediatrics, février 1917, 128-136. Am. J. Obst. New-York, 1917, LXXX, 342-346.
- Action du nitrite d'amyle ou de l'atropine sur le cœur du chien digitalisé (étude électrocardiographique. J. of. exper. medicine, mai 1917.
- Harris (J.)*. — Electrocardiographic depression produced by digitalis Lancet, Lond. 1918, I, 464. Harris J. Significance of an inverted T. The first head of cardiogramme. Lancet, Lond., 1919, I, 468.
- Harold-Pardee*. — Forme de l'électrocardiogramme, signification diagnostique de ses variations. J. of. The amer. med. assoc., 23 avril 1914.
- Heitz et Bordet*. — L'électrocardiogramme dans l'inanition expérimentale. Compte rendu Soc. de Biol. Paris, 6 juin 1914.
- Hering (H.-F.)*. — Essai d'explications de l'élongation U. de l'électrocardiogramme des vaisseaux. Arch. F. Die Gessammte physiol. cli., 6 mai 1913.
- Hardj (D.) D'Zmura* — The electrocardiogram its value as an aid in diagnostic. Penn. M. J. Athens, 1915-1916, XIX, 252-263.
- Hecht et Nadel*. — V. recherches expérimentales sur l'action des extraits hypophysaires à l'aide de l'électrocardiographie. Wiener kl. Woch., 20 novembre 1913.
- Hecht (A.)*. — Elektrokardiographische. Analyse des Von primarius de Speck demonstrierten Falles von Adams stokes und die Darau f. gegruendet therapeutische. Beeinflussung der Anfalle. Mitt D. Gesellschaft med. Kinderh. in Wien. 1913, XII, 118.
- Hering*. — Du diagnostic clinique par l'électrocardiogramme. Zentralblatt F. Herzkrankh. Wien., 1^{er} mars 1913, V. 105-110.
- Hecht et Nobel*. — Etudes électrocardiographiques sur la narcose. Zeitsch. F. die hes. Experim. med., 1913, I, p. 162.
- Hering, Hoffmann, Strubell, Kraus, Pick*. — Electrocardiogramme

- 26^e Congrès F. M. M. med. Wiesbaden anal. Arch., juin 1910.
- Hering*. — Über die finalschwankung (Ta Zacke) des Vorhofelektrogramms. Pflugers. Arch., 144, I, 1912.
- Hering (H.-E.)*. — Sur l'étude de l'électrocardiogramme XI^e Congrès intern. de Physiologie, sept. 1913.
- Electrocardiographie et son interprétation clinique. Deut. mediz. Woch., 14 novembre 1912, XXXVIII, 2415-2460.
- Hering*. — De l'absence de contractions auriculaires dans l'électrocardiogramme du pouls irrégulier. Munch Mediz. Woch., LVI, 30 novembre 1909, 2483-2485.
- Importance clinique de l'électrocardiogramme, therapie der Gegenwart. Berlin, septembre 1911, LIII, 385-388.
- Experimentelle studien an sangentweren uber das electrocardiogramme pfl. arch. f. die gesammte Physiol. CXXVII, 1909, 455-471, 6 pl.
- Über die Klinisch bedeutung des Electrocardiogrammes. Deutsch. med. Woch., 1909, n^o 4, p. 7, arch. roentg. ray. Lond., 1909-1910, XIV, 420-422.
- Hering (H.-E.)*. — La force électrique du cœur en médecine. Deuts. rev. Stuttg. 1909, I, 131-136.
- Hering*. — Das Elektrokardiogramm des pulsus irregularis perpetuus. Deutsche Arch. f. klin. med. Berl., 1908.
- Hering (H.-E.)*. — La force électrique du cœur en médecine. Deutsche rev. Stuttg., 1909, I, 131-136.
- Hering*. — Das Elektrokardiogramm des Pulsus irregularis perpetuus. Deutsche arch. f. klin. med. Berl., 1908, XCIV, 185.
- L'électrocardiogramme Wissensch. Gesellsch. Deutsch aerzte en Hohmen. Feb., 1909.
- Herzog*. — De l'électrocardiogramme dans les arythmies. Deut. arch f. kl. medicin, 1912. CV, 3-4, 235-248.
- Hubner*. — Das elektrokardiogramm. der sauglinge und Kinder. Monatschr. F. Kinderkeilk, 1908, n^o 4.
- Hirschfelder (A.-D.)*. — Recent studies upon the electrocardiogram and upon the changes in the volume of the heart Interstate M. J. Saint-Louis, 1911. XVIII, 357-360.
- Hoffmann et Selenin*. — Zeitmessende versuche uber die registrie-

rung verschiedener phasen der Herztätigkeit. Pflugers arch., 1912, 146-303.

Hoffmann (A.) — Die Elektrographie als untersuchungsmethode des herzens und ihre Ergebnisse-Wiesbaden. Bergmann, 1914, 348 p., 3 pl. in-8°.

— The klinische bedeutung des typischen Elektrokardiogramme deutsche med. Wechensch. Leipz., 1912, XXXVIII, 1541-1534.

— Ueber die Gleichzeitige Aufnahme des Elektrokardiogramms in mehreren Ableitungen. Zentralbl. F. Herz U. Gefasskrankh., 1912, n° 6.

— Zur Technik der schreibung von bewegungsvotgangen in Verbindung mit den Elektrokardiogramm.

— Demonstrationen zur lepre von der Form des Elektrokardiogramms. verhandl d. Deutsch. Kongr. F. inn. Med. Wiesb., 1911, XXXVIII, 429-440.

— Funktionelle diagnostik und therapie des Erkrankungen des Herzens und der gefasse. Wiesbaden, 1911.

Hoffmann (P.). — Sur l'électrocardiogramme des invertébrés, recherches comparatives sur la contraction cardiaque. Archiv. fur Physiologie, 1911, p. 135.

Hoffmann — Signification de l'électrocardiogramme Arch. die ges. Physiologie, 1911.

— L'électrocardiogramme de la limule et du maja centralblattf. physiol., 1910, XXIV, p. 773.

— Electrocardiogramme dans l'arythmie cardiaque munchn. medi. Woch., 2 novembre 1909, n° 44, p. 2259-2263.

— Die Kritik des elektrokardiogramms. Verhandl. Cong. F. insere Medizin, 1909.

— L'électrocardiogramme du cœur humain découvert. Munchen Wechnschr., 1908, n° 35.

Hoke. — Ueber das Elektrokardiogramm. Prag. med. Wechnschr., 1911, XXXVI, 149-152.

— Ueber das elektrokardiogramms einer Ealles von situs viscerum inversus totalis. Munchen med. Wechnschr., 1911, n° 15.

Hume. — Demonstration of the electrocardiograph. univ. Durham coll. Med. Gaz. Newcastle, 1913-1914, XIV, 73, 78, 6 pl.

- Hurtle.* — Sur les phénomènes pulsateurs électriques des artères skandinavisches. Arch. fur physiologie, 2, 29, 1913.
- Hyde (H.). et Scalapine (W.).* — Influence of music on electrocardiograms and blood pressure American journal of physiology Baltimore, avril 1918.
- Kahn.* — Elektrokardiogrammstudien Pflugers Arch., 1911, CVL, 627.
- Kahn (R.-H.).* — Sur l'électrocardiogramme des systoles ventriculaires provoquées. Centralblatt fur Physiologie, 2 octobre 1909.
- Kahn.* — Beitrag zur Kenntniss des Electrocardiogramms Arch. F. d. ges. Phys., 1909, CXXVI, p. 197-224.
- Kahn (B.).* — Les troubles de l'action du cœur par l'adrénaline dans l'électrocardiogramme. Arch. Fur die ges. Physiologie, CXXIX, 1909, p. 379.
- Kahn (B.-H.).* — Recherches chronométriques de l'électrocardiogramme Pflugers Arch., CXXII, 1910, p. 209.
- Kahn.* — Die lags der Herztöne inn Elektrokardiogramme Pflugers Arch., 1910, CXXXIII, 597.
- Sur l'électrocardiogramme anormal. Centralblatt F. Physiologie, XXIV, 1910, p. 728.
- Kahn (R.-H.).* — L'électrocardiogramme du cheval. Archiv. fur die gesammte physiologie, 6 oct. 1913.
- Einfluss Ausserer Nomenteauf das Elektrokardiogramme Ergebnisse D. physiol., Wiesb., 1914, XIV, 49, 79.
- Zeitliche Beziehungen des Elektrokardiogrammes zu den sonst am Herzen zu Beobachtenden Erscheinungen. Ergeb. Physiol. Wiesb., 1914, XIV, 79, 93.
- Veränderung des Elektrokardiogramms bei verschiedenen physiologischen Zuständen. Ergeb. Physiol. Wiesb., 1914, XIV, 98, 252.
- Das Vogel ekg. Arch. F. D. ges. physiol. Bonn, 1915, CLXII, 67, 83.
- Kahn Starkenstein.* — Die Störungen der Herzthätigkeit durch glyowilsaure Pulsus alternans in Elektrokardiogramme pflugers Arch. f. d. ges. physiol. Bonn., CXXXIII, 579.
- Karfunkel.* — Einige Wahrard Beobachtungszeit festgestellte Elektrokardiographische Verandungen ztschr. f. klin. med. Berl., 1914, LXXX, 251-260, 2 pl.

- Kastanantian (A.-M.)*. — Electrocardiographie, meditsinskoe Obo-
rienie. Moscou, LXX, n° 16.
- Katz (I.) et Leyboff*. — Estimation radioscopique de la taille du
cœur chez Wrestlers deut. mediz. Woch, 14 août 1913.
- Koppang (N.-B.)*. — Electrocardiographie in Diagnosis. Vorsk.
Magasin for loegevi denskaben Christiana, avril 1918,
LXXIX, 433-439.
- Kraus Nicolai (F.) Meyer (C.-F.)*. — Prinzipielles und experimen-
tielles uber das elektrokardiogramm. Arch. f. D ges. Phy-
siol. Bonn., 1913, CLX, 97-167.
- Kraus et Nicolai*. — Electrocardiogramme, das Elektrokardio-
gramm des gesunden und kranken menschen.
- Kraus*. — Du principe de l'expérimentation électrocardiographique
pflugers archiv. 156 H. A 2.
- Ueber die solidaritat der beiden Herzhaltem. Berlin med. Cesel-
isch. Munsch. med. Wchnschr., 1907, n° 49, 2431.
- Valeur sémiologique des données électrocardiographiques, Soc.
de Medic. Berlinoise, 3 et 18 mai 1911.
- Kraus et Nicolai*. — Uberdas electrocardiogramme unter normale,
pathol. verha Verhältnissen. Berl. Klin. Woch., 1907,
n° 23-26-27, p. 763, p. 841, centralbl. F. Physiol, 28 dé-
cembre 1907.
- Kraus (F.)*. — Finiges Uber die Form. des electrocardiogramms.
Berl. Klin. Wetenschr., 1911, XLVIII, 1909-1911, 954.
- Krumbhaar (E.-B.)*. — Heartblock transitoire étude électrocardio-
graphique. Arch. cf. Internal medicine, 15 mai 1917.
- Krumbhaard (Ed.) et Jonck (H.)*. — Etudes électrocardiographiques
chez les nourrissons et les enfants normaux, Heart Lond.,
VI, 3, 1917, 189-196.
- Krumbhard*. — The electrocardiograph. un diagnosis med. journal
1916, CHH, 541-547.
- James (X.) et Williams (H.)*. — L'électrocardiogramme en clinique.
Le galvanomètre à corde et l'électrocardiogramme chez
l'homme sain. Amer. journ. of the Medic. sciences, sept.
1910.
- James (W.) et Williams (H.)*. — L'électrocardiogramme en cli-
nique, II, l'électrocardiogramme dans quelques maladies
familiales du cœur. Americ. Jour. of the medic. Sciences,

- nov. 1910. CXL., 644-669, med. surg. rep. Presbytérian hosp. New-York, 1912, IX, 17-39, 12 pl.
- Janowski.* — Comparaison de l'œsophagogramme avec l'électrocardiogramme. Wiener. Kl. Woch., 1911, n° 7.
- Electrocardiographie, Vrathebniaia Gazetta. n° 13, 1910.
- Jastrowitz (H.).* — Versuche Über die Bounflussung des Electrocardiogramm durch hydriatische procéduren. ztschr. F. exper. Path. et therap. Berl., 1918, XIV, 30-38.
- Javen.* — L'électrocardiogramme sa signification scientifique et clinique, Roussky Vrathe, 1913, n° 3.
- Jaworski.* — Des modifications de l'électrocardiogramme pour les diagnostics cliniques du cœur pathologique Munch. mediz. Woch., 5 octobre 1913.
- Joachim (G.).* — Das elektrojardiogramm des psus alternans beim menschen. Munchen med. Wechnschr., 1911, n° 37.
- Jolly (W.-A.).* — On the Electro cardiogramm quart. J. exper. Physiol. Lond., 1915-1916, IX, 19-45.
- Jolly.* — L'électrocardiogramme du ventricule de tortue. Proc. of the physiol. Soc., 13 décembre 1913.
- Judin.* — Des processus électriques dans le myocarde. 4^{er} Congrès Russe de médic. int Moscou, décembre 1909.
- Laqueur (A.).* — Ueber Die Bedeutung der Elektrokardiographie fur die Balnéologie Berl., 1914-1915, VII, 327-332.
- Lebon et Aubourg.* — Examen radiologique du cœur. Presse médicale, 12 avril 1913.
- Leontowitch.* — Etudes électrocardiographiques sur l'action des sels de calcium du liquide de Ringer sur le cœur. Pflugers archiv., 147, 10-12.
- Lesage (L.).* — Explication théorique des données du galvanomètre d'Einthoven dans le diagnostic des maladies du cœur. Ac. Med., 4^{er} avril 1913.
- Libensky.* — L'électrocardiographie et son utilisation dans le diagnostic des maladies du cœur. Casop. lek cesk. V. Praze, 1914, LIII, 833-869, 1911.
- Lilienstein.* — Un nouvel appareil électrique de contrôle cardiaque zentralbl f. Herz. U. Gefasskrankh, novembre 1911.
- Lindsay.* — Some observations upon electrocardiography with notes on cases Dublin. Journ. of. med. Sciences, février

1916, CXLI, 74-85, 5 ch. trans Roy. Acad. med. Ireland. Balt., 1916, XXXIV, 34-47, lin. J. Lond., 1917, LXVI, 29-39.

Linetzky (Samuel). — Die Beziehungen der Form des Electrocardiogramms zu dem Lebensalter, der Herzgrosse und dem Blutdruck. Inaug. Diss. Berlin 1911-1912, 48, p. 4, tr. 4-8°, Ztschr. f. Esper. Path. u. therap. Berl., 1914, IX, 669-686, 4 pl.

Livierato. — Sull. Importanza diagnostica del cardiogramma mal. d. cuore. Roma, 1917, I, 349-358.

Lewis (Th.). — La méthode électrocardiographique et ses rapports avec la médecine clinique. Roy. soc. of Medicine, med. sect., avril 1914.

Lewis et Gilder. — L'électrocardiogramme humain, étude préliminaire chez le mâle adulte. Phil. Transact. of Roy soc. of London, séries B, vol. CCII, p. 351.

Lewis (Th.). — Clinical electrocardiography. London, 1913, than. — Lectures on the heart. London, 1915.

— Sur les courbes électrocardiographiques des extra-systoles prenant naissance dans les parois des oreillettes et des ventricules brit. med. journ., 26 mars 1910. Heart. London, 1910, II, 23.

— L'électrocardiographie et son importance dans l'examen clinique des affections du cœur, brit. med. Journ. London, 22 et 29 juin, 13 juillet 1912, I, 1424-1479, II, 45.

— Bigéminie ventriculaire et fibrillation auriculaire, quat. J. of méd., 1910, III, n° 12.

— Fibrillation auriculaire, brit. M. J. London, 1909, II, 45.

— La fibrillation auriculaire et ses relations avec l'irrégularité clinique du cœur. Heart. Lond. 1910, I, 306-372.

— Fibrillation des oreillettes et extrasystoles ventriculaires. Remarques sur les extra-systoles intercalées. Arch. mal. du cœur. Paris, 1910, nov. 664-667.

— La réaction du cœur à la digitale quand l'oreillette est en fibrillation, brit. M. J. Lond., 1910, nov. 1670-1672.

Lewis (J.). — The pace maker of the mammalian heart as ascertained by électrocardiographic curves. Proc. Physiol. Soc. Lond., 1910, XLII, pl. IX.

- Lohmann (A.).* — Ueber das Elektrokardiogram ; Zentralbl. F. Physiol. Leipz., 1914, XXVIII, 718-722.
- Lommel.* — Die Klinische Bedeutung der elektrokardiographie. Kor. Bl. d. XXX, allg. arztl. Ver V. thuringen. Iéna, 1912, XLI, 363-373.
- London (J.).* — Clinical electrocardiography, canad. pract. et rev. Toronto, 1914, XXXIX, 407-417.
- Luten (D.).* — Electrocardiographie study of heart showing ectopic auricular contractions, With spécial référence to influence of vagus nerves on ectopie focus. Américan Journal of médical sciences. Philadelphia, octobre 1917, LLIV, 564-579.
- Culloch (Mac).* — Etudes électrocardiographiques des affections congénitales du cœur. Amér. J. of Dis. of. Children, juillet 1916, XII, 39-46.
- Mackenzie (Sir J.).* — Piseases of the heart 3 th. éd. London, 1918, p. 108, 111, 99.
- Clinical method for recognizinf heartblock. brit. M. J. London, 1906.
- New Methods of studijng affections of the heart. brit. M. J. Lond. 1905, March., avril.
- Maclead (J.-J. -R.). A Pearce (R. G.)* — Physiology and bioche mistry in modern medecine. Saint-Louis, 1918, p. 159, et chap. XXIX et XXX, by. R. W. Scott, p. 259-272.
- Maestrini.* — L'influence du poids sur le courant d'action du cœur de grenouille. Arch. di farmacol. sperimentale, XX, 1^{er} décembre 1915.
- Manoukhine (J.-J.).* — Le cardiogramme en décubitus latéral gauche dans les affections valvulaires du cœur. Arch. dès mal. du cœur. Paris, 1914, VII, 107-115.
- Marchand.* — Le galvanomètre Einthoven, l'électricien. Paris, 21 mai 1910.
- Meyer (K.).* — Ueber eine Methode die physikalischen Einfluss auf die. Form. des elektrokardiogramme auszuschalten. Wien Klin. Wechnschr., 1914, XXVII, 1139-1141.
- Meakins (J.).* — Prolongation of the S. T. interval of the ventricular complex as shown by the electrocardiograph. Arch. int. med. Chicago, 1919, 15 nov. XXIV, 489-496.

- Mendelssohn.* — L'électrocardiogramme chez l'homme à l'état norm. et pathol. Arch. maladies du cœur, décembre 1908, p. 673-699.
- Sur la valeur diagnostique et pronostique de l'électrocardiogramme dans les maladies du cœur. Ass. fr. pour l'avanc. des sciences. Lille, août 1909.
- Meyer (J. de).* — Sur un nouvel électrocardiogramme et sur la variabilité des courants d'action. Arch. internat. de Physiolo., 1908, VI, 257.
- Etude sur les altérations du courant d'action du cœur de scyllium canicula. Arch. internat. de physiol. Liège, 1910, X, 100-134, 2 pl. Etude électrocardiographique.
- Quelques données récentes de l'électrocardiographie relatives à l'étude du fonctionnement du cœur et au diagnostic des affections cardiaques. J. méd. de Brux., 1912, XVII, 409-424.
- Morison (R. A.).* — Changes in the électrocardiogramme due possibly to alterations in blood volume proc. soc. exper. biol. J. méd. Ney-York, 1916-1917, XIV, 84.
- Muller.* — Das elektrokardiogramm Deutsche mil. arztl. Ztschr. Berlin, 1914, XLIII, 441-458.
- Muller und Nicolai.* — Ueber den Einfluss der Arbelt auf das Elektrokardiogramm des menschen. Sitzungsv. Phys. ges. Berlin. 1908, centralbt. Physiolo., 1908, B. D. 22, n° 2.
- Mut (A.).* — La Electrocardiografia re, ibero, am. de Cin. med. Madrid, 1911, XXVI, 28-42.
- Mutze.* — Ueber den Heutigen stand der letre von Elektrokardiogramm. und Seine Bedeutung fur die Klinik inaug. Diss Marburg, 1910.
- Neumann (W.).* — Ueber dextroversio cordis und ihren Einfluss auf das Elektrokardiogramm. Deutsche med. Wehnschr. Leipz, 1912, XXXVIII, 1920.
- Neuhof.* — The clinical signifiance of the abnormally urde ventricular derivation in the Electrogramm. Arch. int. med. Chicago, 1918, XXII, 45-55.
- A case of congenital familial dextrocardia with électrocardiographie curves. J. Am M. Ass. Chicago, 1913, LX, 1604.
- Noeggerath.* — Elektrokardiogramms Schwachlicher Sauglinge

- Zeits. F. Kinderheilk, VI, 5'6, 396-403. Festschrift O. E. Heubner. Berlin, 1913, 488-515.
- Norr (J.)*. — L'électrocardiogramme du cheval, zeitschr. F. Biologie LXI, 29 mai 1913.
- Nicoli et Rehfish*. — Ueber das Elektrokardiogramm des Hundherzens bei reizung des linken und rechten ventrikels, centrall. F. Physiol., 1908, XXII, n° 2.
- Nicolai et Simons*. — Zur kilini des elektrokardiogramms (die Zacken y und jp.) med. Klinik. Berl., 1909, n° 5, 160.
- Nicolai*. — Das Electrocardiogramme bei dextrocarde und anderen Lageweran derungen des Herzens Berl. Clin. Woch., XLVII, 9 janvier 1911.
- Nicolai (G.-F.)*. — Das elektrokardiogramm als Hiffs mittel fur die diagnostik des praktischen aertzes mittel fur die diagnostik des praktischen aertztes deutsch. med. Wechnschr. Leipz., 1912, XXXVIII, 211-215, 145-148.
- Nicolai*. — Die Unregemmassigksiten des herzechlages. Ergebnisse der wissench. med., 1911, n° 11-12.
- Nicolai (G.)*. — Ablauf der Erzeugungsleitung inn Sengekierherzen. Verhandl d. Physiol. ges. zu Berlin. Zentralbl. F. Physiol. Berlin, 1906. B. D., XXI, n° 20, 678.
- De l'électrocardiographie dans la pratique générale. Deut. mediz. Woch, 1912, 445.
- Die Bedeutung der Elektrokardiographie fur die beurteilung herztherapeutischer Massnahmen VI, Congrès de Physiothérapie. Berlin, 1913.
- Nicolai (G.-F.)*. — Vogelmann S. die Beziehungen der form. der initial gruppe des Elektrokardiogramm zu beiden herzwentrikeln ztochr. f. exper. path. u therap. Berl., 1914, XVII, 1-10.
- Ohm*. — Enregistrement photographique du pouls munch. mediz. Woch., 15 février 1910.
- Oppenheimer (Bernard) Rothschild (M.)*. — Des modifications de l'électrocardiogramme dans les altérations myocardiques. J. of. the amer. med. Ass., 11 août 1917.
- Osborne*. — An electrocardiogramme with some interesting features med. J. Australio. Sydney, 1919, I, 293.
- Owen*. — S. A. A. Case, 6 f. complète transposition of the viscera

- associated. with mitral stenosis including a description of electrocardiographie tracings Heart Lond., 1911, 42, III, 113, 117, 1 pl.
- Pardee (H.)*. — Sur les électrodes utilisées en électrographie amer. J. O. physiology Balt., août 1917, XLIV, 80-83.
- Pardee (H. E. B.)*. — Error in electrocardiogram arising in application of electrodes. Arch. of Internal medicine. Chicago, août 1917, XX, 153-163.
- Pardee (H.)*. — L'électrocardiographie dans le diagnostic des maladies valvulaires du cœur, y of the Amer méd. Asso., 28 avril 1917, med. rec. New-York, 1917, XCI, 566.
- Parkinson (J.) et Drury*. — L'intervalle P. R. avant et après l'exercice dans les cas de cœur du soldat, heart VI, n° 4, juillet 1917.
- Pende*. — Recherche de la preuve fonctionnelle du cœur avec l'électrocardiographie, XXIV^e Congrès Italien de med. Interne 1914.
- Pende (N.)*. — Modification de l'électrocardiogramme par l'augmentation du travail du cœur policlinico sez. med., 4^{er} octobre 1917, XXIV, 389. Roma. 442.
- Petersen*. — Etat actuel de l'électrocardiographie, hospitalstidende, 27 novembre 1912.
- Pezzi (C.)*. — En collaboration avec Bordet et Donzelot. Sur un cas d'alternance cardiaque mécanique et électrique observée chez l'homme. Soc Biologie. Séance, 29 nov. 1913.
- Pi Suner (A.-H.) et Bellido (J.-M.)*. — Mediciones de la fuerza electromotriz en el electrocardiogramma re. Español. de électro y radiol. med. Valencia, 1914, III, 81-88.
- Pi Suner (A.) Bellido (J.-M.)*. — La electrocardiografia sus fundamentos su tecnica sus aplicaciones experimentales y clinicas rev. esp. de electrol. y radiol. med. Valencia, 1913, II, 429-511.
- Pike*. — Excitation du nerf phrénique par le courant d'action du cœur amer. J. of. Physiology, mai 1916.
- Piper (H.)*. — Courbe de pression ventriculaire et électrocardiogramme centralblatt f. physiol., 28 juin 1913.
- Polak*. — De Beteekenis van het electrocardiogram voor de klinik der hartzieten. D'Amsterdam, 1914, 203, p., in-8°.

- Poynton.* — Sur le pyopéricarde des enfants au-dessous de 12 ans. Bristish. médical Journal, 15 août 1918.
- Pribram.* — Ueber die Bedeutung des Elektrokardiogrammes für die Beurteilung Von Herzkramkheiten deutsche med. Wechnschr. Leipz., 1909, XXXV, 1302.
- Pribram.* — Sur l'électrocardiogramme dans les anévrysmes aortiques. Prag. med. Wochnr., 27 juillet 1909, XXXIV, 413.
- Pribram (A.).* — Über das Elektrokardiogramm Prag. Méd. Wechnschr., 1909, XXXIV, 289-291.
- Pribram et Kahn.* — Electrocardiogrammes pathologiques. Deute. Arch. clin. médi., XCIX. 5-6, 1910.
- Mines (Ralph).* — Nouvelles expériences sur l'action du vague sur l'électrogramme du cœur de grenouille. Journ. of Physiology, XLVII, février 1914.
- Ratner (V.).* — Das Elektrokardiogramme bei angeborenen herz Fehlen inaeig Diss. Berlin, 1911, 12-34, p., in-8°.
- Rautenberg.* — Elektrokardiogramm und Herzbervegung. Berl. Klin. Wechnschr., 1910, n° 48.
- Rehfishch.* — Die experimentellen grundlagen des Elektrokardiogramms deutsch med. Wechnschr. Berlin, 1910, n° 21-22.
- Rehfishch (E.).* — Einfuhrung in die lehre vorn Elektrokardiogramm Berl. klin., 1910, Hft. CCLXIX, 1-25.
- Rheinholdt (M.-V.), Goldbault.* — Die Beeinflussung des Elektrokardiogramms durch in differente und differente Bader. Ztschr. F. exp. path. therap. Berl. 1911, IX, 746-736.
- Ritchiew (T.).* — Auricular flutter Edinburgt, 1914. Electrocardiogramm, p 7-12, 93-94, pl. XIV, XV, action du vague, pl. XVI, XVII, XVIII, diagnostic, pl. XIX, XX, XXI.
- Ritchie (W.-T.).* — The électrocardiographie. Chap. VII, of. J. Cowan. Diseases of the heart. Lond., 1914, p. 114-122.
- Robinson et Auer.* — Troubles anaphylactiques de la contraction cardiaque observés chez le lapin à l'aide du galvanomètre à corde. Centralblatt für Physiologie, 11-27 avril 1913.
- Robinson (G.-C.).* — The signifiance of abnormalities in the form of the electrocardiogramm. Arch. of Intern. Med. Chicago, 1919, XXIV, n° 4.
- The relation of changes in the form of the ventricular complex of the elektrokardiogram to functional changes in the

- heart. Arch. intern. Méd. Chicago, 1916, XVIII, 830-847.
- Robinson.* — De l'usage de l'électrocardiographie dans l'étude du cœur. Missouri state med. assoc. journ., octobre 1914, XI, St-Louis, 157-161.
- Robinson (C.) et Draper (G.).* — Etudes électrocardiographiques sur l'action du nerf vague sur le cœur humain I. Effets de la stimulation mécanique du nerf vague, jour. of. expérim. medicine, XIV, n° 3, 217-234. septembre 1911 et 1912, XV, 14-37.
- Rothberger et Winterberg.* — Ueber die Beziehungen der Herznerven zur form des Elektrokardiogramms. Pflügers Arch. F. D. ges. physiol. Bonn., 1910, CXXXV, 306.
- Rothberger.* — Ueber des electrocardiogramm Weiner Kli. Woch., 1909, n° 13, XXII, 439-446.
- Rothberger et Winterberg* — Electrocardiogramme dans la fibrillation des oreillettes. Pflügers arch. Bd., 131, p. 79, 387, 1910.
- Rothberger.* — Eine einfache Vorrichtung zur Vereeichnung von suspensions weben der Elektrokardiogramm Ztschr. F. biol. tech. U. method., 1912, 14, III. 335 et 338.
- Rothberger et Winterberg.* — De la connaissance de l'électrogramme des extra-systoles ventriculaires. Centralblatt. F. physiologie, XXIV, p. 953. 1911.
- Rothberger (C.-J), Winterberger.* — Weber das elektrokardiogramm Kunslic Ausgelöster Ventrikular extra-systolen. zentrall. F. herz. U. Gefass krankh, 1912, n° 6.
- Rumke.* — De l'électrogramme des fragments du cœur de grenouille Nederland Tijdschr. Voor Geneesk II, 5 août 1916, 462.
- Rubner.* — L'électrocardiogramme chez les femmes enceintes. Zblatt F. gynœkologie, 29 mars 1913.
- Rumke.* — Sur quelques électrocardiogrammes de lambeaux du muscle cardiaque de la grenouille. Arch. Neerland. de Physiolog., 1^{er} février 1917.
- Electrocardiogramme de la grenouille sous l'influence de l'antiarine. Nederl. Tijdschrift. Voor Geneesk. amt., 12 mai 1917, I, 1553-1564.
- Samoilow.* — De l'étude du courant sanguin par l'électrocardio-

- gramme dans l'inversion viscérale. zentralblatt F. Herzbrank., 1^{er} mai 1914, VI, 201-205.
- Samoiloff (A.)*. — Elektrokardiogramme sammlung anat und physiol. Vortrage. Iena, 1909, Heft. II, 37 pl.
- Beitrage sur Elektrophysiol. des herzens. Engelman S. arch. F. Physiol. Bonn., 1905. Supp. Bd. p. 20. Elektrokardiogramme Beitrage zur Physiol. u Path. Thera. W. O. Weis Hermanns Jubelband, 1908, 171.
- Samoiloff et Steshinsky*. — Electrocardiogramme des oreillettes dans la sténose mitrale. Munch. Mediz Woch. 21 septembre 1909-1942.
- Samoiloff (A.)*. — L'action du vague et de la muscarine sur l'électrogramme du cœur de grenouille. Arch. F. D. ges Physiol. bonn., 1914, c. IV, 471.
- Avantages que présentent les dérivations multiples des courants du cœur dans la prise des électrocardiogrammes avec deux exemples à l'appui. Arch. fur die gesammte. Physiologie, 31 juillet 1913, CLIII, 196.
- Ueber einige Punske der saitengalvanometrie. Pflugers. Arch. 1913, Bd. 149-6.
- Ein kompensator fur elektrophysiologische versuche mit. dem. saiten galvanometer. Ztschr. F. biol. Technik Methodik, 1913.
- Influence du vague sur l'électrocardiogramme IX^e Congrès intern. de Physiologie, septembre 1913.
- Praktische Notizen Zur Itandhabung des saiten galvanometers und zur photographischen registrierung seiner ausschlage. Arch. f. physiol., 1910, 477.
- Samoiloff*. — Electrocardiogramme Rouss. vratch. 1998, XII, p. 1089.
- (2^o) Uber die verhoferhebung des elektrokardiogramm bei Mifralstenose. Munchen med. Wechnschr., 1909, LVI, 1942-1946.
- Satterthwaitte*. — De l'électrocardiogramme et de la signification Medic. record., 4 février 1914, 189-193.
- Schott*. — Das Verhalten des Elektrokardiogramms bei akuter parenchymatoser Degeneration des herzmuskels (phosphor) und arsemvergiftung. Deutscheer. Arch. F. Klin.

- med. Leipz., 1912, CVII, 375-396, 2 pl.
- Schrumpf* — Die diphasie der T. Welle inn Elektrokardtogramm. Munchen med. wehnschr., 1917, LXIV, 837.
- Vorubergehende ueberleilungstorungen und dizoziationenen Ce habituell verlangerten P. R. intervall inn Elektrokardiogramme Zeitschrfl. F. klin. med , 1917, LXXXIV, 4 506.
- Selenin*. — Zur Physikalischen analyse des electrocardiogramms. Pflugers, 1912, 146-319.
- Selerin*. — Das Elektrokardiogramm und die pharmacologische mitelaus der gruppe des digitalines und des bigitoxines Pflugers. Arch., 1911, 143-137.
- Seemann-Victoroff*. — Elektrokardriogramms studien am veratri-vertigitaten frochherzen zts chr. F. Biol. Munchen, 1911, LVI, 91, 138, i pl.
- Seemann*. — Elektrokardiogrammstudien am Froscherzen Ztschr. F. Biol., 1912, LIX.
- Seeman*. — Ueber das elektrokardiogramm des isolierten Frosch. herzens, 7 fév. 1911.
- Silberberg*. — Abrief account of the elektrokardiogramm. and its. clinical application. Austral. M. J. Melbourne, 1911-1912, N. L. I., 489, 494, 497, 499.
- Smith* — F. M. The legation of coronary arteries with électrocardiography study arc. int. med. Chicago, 1918, XXII, 827.
- S. C. The clinical value of electrocardiography Pansylvania medical journal, athens. octobre 1917, XXI. 10, 18.
- Sneguirew*. — De l'électrocardiogramme en gynécologie Rouskyi et Vratch., 1910, n° 50.
- Sneguireff*. — Das Myomherz Elektrokardiographische studien auf don gebvete der Gynekologie Internat. Long. Gyvah peterb., 1911.
- Souque et Routier (Daniel)*. — Electrocardiogrammes et polygrammes dans la maladie de Thomsen. Soc. de Neurologie, 6 février 1913.
- Strachelin (R.) Nicolai*. — Beobachtungen an Elektrokardiogramm und venenpuls. in Einen Fall voir interpolierten Extra-systolen Charité. Annalem Barl., 1911, XXXV, 44, 52 i pl.
- Steriopoulo*. — Electrocardiogramme dans les maladies du cœur, zeitchr. L. Experim. Path. med. Ther., 1910, vol. VII,

- p. 467 à 497. Anal. arch., août 1910 et 1^{er} Congrès Russe de med. Intern. Moscou, décembre 1909.
- Stevens.* — H. W. Some électrocardiographic studies of patients under digitalis treatment Boston M. et S. J. 1916. C. L. XXIV, 343-350.
- Straub (H.).* — Sur l'analyse de l'électrocardiogramme d'après les recherches sur le cœur de la grenouille. Zeitschr. E. Exper. Pathologie, L. III, 1910, p. 499.
- De l'influence de la strophanthine de l'adrénaline et de la muscarine sur la forme de l'électrocardiogramme. Zeitsch. fur experim. Pathol. Und Therapie, L. III, 1909, p. 106.
- Indication vraisemblable des courants d'action des vaisseaux à l'aide du galvanomètre à corde. Zeitschr. F. exper. Pathologie, LIII, 1909, p. 123.
- Straub.* — Analyse de l'électrocardiogramme observé dans un cas de tachycardie paroxystique auriculaire, munch. Mediz. Woch., 25 septembre 1916.
- W. Toxikologische untersuchungen an Biolektronsen. Zttronen. Ztschr. F. Biol., 1912, LVIII.
- Strabell.* — De la clinique de l'électrocardiogramme Zentralbl. F. herz und Gefasskrankh., mai 1912, XV, 137-155. Munchen Med. Wenschr., 1912, LIX, 278. Deutsche med. Wechnschr. Leipz 1911, XXXVIII, 988-994.
- Uber fonctionnelle diagnostik und therapie der herzkrankheiten deutsche med. Wechnsr. Berl., 1908. n° 426-436.
- Ueber den Einfluss Calneo therapeutischer massnahmen besonders des Wechselstrombads auf das herz und due forms des elektrokardiogramms sowie uber die bedeutung des elektrokardiogramm fur die klinik des herzkrankleiten. Neroffelt. d. Calneol. gesellschaft. In berl. Berlin, 1912, XXXIII, 2 Tul. 237-244. Ned Klin. Berl., 1912, VIII, 1230.
- Electrocardiographische untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des herzschlags. Berl. klin. Uchnchr., 1909, XLVI, 738-742.
- Tailley.* — Electrocardiogr. clinical instrument Americ. jour N. of. ued. sc. Philadelphia, mai CXLVII, n° 5, 1914.
- Tardjimaniantza.* — Diagnostic électrocardiographique du rythme nodal. Roussky Vratch., XV, n° 17 et 19, 1916.

- Toschi (E.)*. — Qualche considerazione sull'electrocardiogramme specialmente riguardo alla durata della sistole. Atti. Acad. d. Sc. med. e nat. in Ferrara, 1911-1912 LXXXI, 45-54.
- Tousey*. — Medical electricity Röntgen rays and Radium, Phila., 1916, 2 ed. the electrocardiograph., p. 319-323.
- Turlais (C.)*. — Electrocardiogramme Arch. Med. d'Angers, 1912, XVI, 33-39.
- Tschernorutzky*. — Influences des lésions expérimentales du cône artériel droit, des oreillettes droites et gauches sur l'electrocardiogramme du lapin. Berliner kl. Woch., 13 octobre 1912.
- Usoff (P.-S.)*. — Observations cliniques sur l'electrocardiogramme prakt, vratch. St-Petersb., 1910, IX, 607, 627, 643.
- Usoff (P.)*. — Klinisch beobachtungen uber die ursachen der veränderungen der form des elektrocardiogrammes zentral. F. Herzkrank. Wien., 1911, III, 63-75, 1 pl.
- Van Wright*. — L'electrocardiogramme du cœur caudal de l'anguille. Zeitschr. F. Biol., LXII, 14 octobre 1913.
- Vaquez*. — Cler et Esmein. Etude physiologique d'un cas de pouls lent permanent à l'aide de divers procédés d'inscription. Bull. et mém. Soc. méd. d. hôp. de Paris, 1919, 17 déc. I, p. 802. Electrocard., p. 812.
- Vaquez et Bordet*. — Rapport du VII^e Congrès internat. D'electroc. et de radiol. méd. Lyon, juillet 1914, p. 49.
- Vaquez*. — Sur la signification de l'electrocardiogramme, compte rendu Société de biologie, 1^{er} juillet 1911, LXX, 28-30.
- Vaquez (H.)*. — Arythmie. Paris 1911. Electrocardiographie, sa technique, ses résultats, p. 112-120, electrocardiogrammes dans le syndrow d'Adam-stoks, p. 312-314, dans le pouls alternant, p. 364, dans l'arythmie perpétuelle, p. 377.
- Viton (Al.)*. — Considérations sur l'electrocardiographie. Rev. de la sociedad med. Argentina, XXI, 637-639. Semana Med. Buenos-Aires, 1914, XXI Congrès med. de Lima, 1913.
- Van Wyss (X.)*. — Aufzeichnung von hertztonen mit dem Einthoven'schen Gaitengalvanometer und untersuchungen uber galopprrhythmus, deutsches. Arch. F. Klin. Med. Leipz., 1910, CI, 1-19.

- Waller.* — A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat, *J. of Physiol.*, 1887, VIII, 229.
- Waller (A.-D.).* — On The electrotomotive changes connected with the beat of the mammalian heart and of the human heart in particular. *philos. Transact. Of the Roy Soc. of Londres B*, 1889, vol. 180-169.
- The Electrocardiogram of man and of the ass shown By Einthoven string galvanometer. *Lancet, Lond.*, 1909, I, 1448-1450.
- Indications fournies par l'électrocardiogramme humain. IX^e Congrès intern. de physiologie, septembre 1913.
- Remarks on the technique of electrocardiography for clinical purposes. *Lancet, Lond.*, 1913, II, 379-382.
- Waller.* — Action du cœur humain. *Lancet*, 31 mai 1913.
- Sur l'action électrique du cœur humain. *Lancet*, 24 mai 1913
Arch. des maladies du cœur, 1904. Paris, 249-2616.
- De l'électrocardiographie clinique. *Lancet*, le 9 août 1913.
- Waller (A.-D.).* — A short account of the origin and scope of electrocardiography Harwey, lect., 1913-1914. *Phila.*, 1915, IX, 17-24, 1 pl.
- Calculation of The axial angle. *J. Physiol. Lond.*, 1915, XLIX, pp. 38-39.
- Ward.* — Valeur de l'électrocardiographie dans le diagnostic des maladies du cœur. *Archiv. of radiol. And electroth. Lond.*, décembre 1915, XX, 209-221.
- Watson Wemyss et Cunn.* — Electro et phonocardiogrammes simultanées. *Edinburgh. med. Journ.*, août 1913, XI, 124-127, 1 pl.
- Wedd (A.-M.).* — The clinical significance of slight notching of the R. Wave of the électrocardiogramme. *Arch. int. Med. Chicago*, 1919, XXIII, 515-526.
- Weill (A.).* — Die bedeutung des Elektrokardiogramms für die analyse der Herzrhythmie. *Strassb. med. ztg.*, 1913, X, 190-198.
- Beiträge zur Klinischen Electrocardiographie. *deutsches. Archiv. F. Klin. Medizin*, 1914, CXVI, 5-6, 486-511, 3 pl.
- Veiel.* — Electrocardiographies et sphygmographie associée. *Deut. med. Woch.*, 26 mars 1914.

- Weiss et Bull.* — Les Electrocardiogrammes et l'enregistrement des bruits du cœur. Bull. Acad. de Med. Paris, juillet 1910 103.
- Weiss (G.)* — Le galvanomètre à corde et l'électrocardiographie. Presse méd. Paris, 24 avril 1900, 289-291.
- Weiss (O.) et Joachim.* — Enregistrement des bruits et des souffles cardiaques au moyen du phonoscope et de son rapport avec l'électrocardiogramme.
- Weiss (O.) et Joachim (G.)* — Enregistrement des bruits et des souffles cardiaques au moyen du phonoscope et de son rapport avec l'électrocardiogramme. Zeitschr. F. kl. mediz., 1911, LXXIII, n° 3-4, 240-256.
- Rapports des bruits et des souffles cardiaques avec les données de l'électrocardiogramme. Deut. Mediz. Woch., 24 novembre 1910, 2187-2189. Verhandt. Gesellhaft. deutsch. Naturf. Aertz Konig. Leipz., 1911, LXX, 2 Teil, 74-77.
- Weissbein.* — Elektrokardiographische untersuchungen uber die Eisuwirkung v. von Kottensaure Solbadern auf das herz. Zentrall F. Herzkrakh. Wien., 1913, V, 57-69.
- Weitz.* — Ueber die zeitlichen Bezeichnungen des mit dem Frankschen apparat aufgenommenen Spitzenstosses zum Elektrokardiogram. Munchen med. Wochenschr., 1918, LXV, 690.
- Recherches expérimentales sur les modifications de l'électrocardiogramme dans le travail du cœur. Deut. Archiv. kl. Medizin. 1913, CXI, 4-6, 530-565.
- Weitz (W.)* — Ueber die Kardiographie am gesunden herzen mit dem und des pathologischen herzens fran K'Schen Apparat. Deutsches, Arch. f. Klin. Mediz. Leipz., 1918, CXXIX, 134-176.
- Weitz.* — Das Elektrokardiogram in seiner beziehung zum Spitzen stress und zum Carotistruis. Deutsches, Arch. F. klin. Medizin. Leipz., 1918, CXXIV, 207-221.
- Wells (R.) et Strockland.* — Modification de l'électrocardiogramme pouvant révéler une lésion du myocarde. Brit. med. Journal, 14 août, 1917, 182-184.
- Wells (H.) et Savoye.* — Accélération volontaire des mouvements du cœur. Arch. int. méd., 13 septembre 1918.
- Wells.* — De l'électrocardiographie clinique résumé. Practitioner Lond., avril 1916, XLVI, 347-370.

- Wertheimer et Salomonson.* — Les courants d'action des contractions volontaires et réflexes des muscles humains? Ann. d'Electroliol. Paris, 1908, 326.
- Wertheimer-Salomonson (J.-K.).* — L'électrocardiogramme des embryons de poulet. Arch. fur die gesammte. Physiologie, 15 septembre 1913.
- Wertheim-Salomonson.* — De on twikkeling van het electrocardiogram nederl. Tijdschr. v. Geneesk, Amst., 1913, II, 651-654.
- Wessier (K.) et Kass.* — Persistence du canal artériel et son diagnostic par l'orthodiographie Amer. Journ. of the med. Sc., avril 1913.
- White (P.-D.).* — Arrêt des oreillettes, effet rare de la digitale sur le cœur, étudié par l'électrocardiogramme, Boston med. And. surg. journ., 17 avril 1916, CXXVI, 223-226.
- White (P.-D.) et Sattler (R.-R.).* — L'effet de la digitale sur l'électrocardiogramme humain normal et particulièrement sur la conduction atrio-ventriculaire. Journ. of. Expér. Medicine, mai 1916.
- White (P.-D.) Bock.* — Electrocardiographic évidence of anormal ventricular preponderance and of auricular hypertrophy Ann. J. M. S. C. Phila, 1918, CLVI, 17-19.
- Wiggers (C.).* — L'électrocardiogramme ses rapports avec la cardiodynamique. Arch. of internal medicine. Chicago, juillet 1917, XX, 93-102.
- Wilson.* — Démonstration of électrocardiograph. Michigan state medic. society journ. Grand Rapids, juin, mich. ann. arbor., 191, V, 125.
- Wilson (P.-N.).* — Un cas où la vague influençait la forme du complexe ventriculaire de l'électrocardiogramme. Arch. int. med. Chicago, déc. 1915, XVI, 1008-1027.
- Williams (H.-B.).* — The method. of électrocardiography and electrocardiogra in health. Boston médical and surgical Journal. novembre 1917, CLXXVII, 749 Discussion, 759-761.
- New-York. On the cause of the phase difference frequently between homonymous peaks ef électrocardiogramme. Amer. Journ. of physiology, oct. 1914, XXXV, 292-300.
- Winterberg.* — Des électrocardiogrammes. Seine Theorische und

praktische Bedeutung medic. klin., 21 mai 1911, VII, 761-864.

Woronzow. — Modification de l'élévation de l'électrogramme ventriculaire selon la fonction des électrodes appliquées sur le cœur. Centralblatt für physiologie, XXVIII, juin 1914.

Wybaun (R.). — L'examen du cœur par l'électrocardiographie. Policlin. Brux., 1914, XXIII, 33-45.

Wyss (W.) — Beiträge zu der klinik des elektrokardiogrammes. Deutsche arch. F. Klin. Med. Leipz., 1911, CIII, 505-521.

Zbyszewski (L.). — Electrocardiogramme du cœur isolé. Lwow tygodn. Lek., 1911, VI, 81-93-111.

Zelenin (V.-F.). — Electrocardiography and its diagnostic Value J. Vopr. Nauchn. Med. Mosk., 1913, I, 376-416, 4 pl.

Zwicke. — Die Verwendung des condensators bei der aufnahme des Elekkardiogramme Ztschr. F. biol., 1911, LVI, 32-40.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. — Historique de l'électrocardiographie. — Perfectionnement de la méthode. — Objet de ce tra- vail.	9
---	---

CHAPITRE PREMIER

Bases physiologiques de l'électrocardiographie. . . .	13
§ 1. — Existence des courants d'action du cœur. . . .	13
§ 2. — Théorie axiale de Waller.	17

CHAPITRE II

Instrumentation.	21
§ 1. — Description de l'appareil.	21
§ 2. — Son fonctionnement	26

CHAPITRE III

L'électrocardiogramme normal.	29
§ 1. — Interprétation des sommets P Q R S T.	29
§ 2. — Interprétations du sommet T	32
§ 3. — Sinuosités accidentelles sur le tracé	33

CHAPITRE IV

Modifications de l'électrocardiogramme dans les di- vers états physiologiques	39
§ 1. — Influence des dérivations	40
§ 2. — Influence de l'obliquité du cœur	41
§ 3. — Etude de la balance et détermination de l'angle d'inclinaison.	46
§ 4. — Influence de la statique du corps	48
§ 5. — Influence de la respiration	49

CHAPITRE V

Modification de l'électrocardiogramme dans les déplacements du cœur provoqués par un trouble de nature extracardiaque.	51
§ 1. — Dextrocardies.	51
§ 2. — Sinistrocardies.	56
§ 3. — De l'électrocardiogramme dans les déviations transitoires du cœur	56

CHAPITRE VI

De l'électrocardiogramme du cœur pathologique.	59
§ 1. — L'Electrocardiogramme dans les hypertrophies.	60
§ 2. — Hypertrophies ventriculaires.	64

CHAPITRE VII

De l'électrocardiogramme dans les lésions orificielles	69
§ 1. — Rétrécissement mitral	69
§ 2. — Insuffisance mitrale	70
§ 3. — Rétrécissement aortique	71
§ 4. — Insuffisance aortique	71
§ 5. — De l'électrocardiogramme dans les lésions congénitales	72

CHAPITRE VIII

Les arythmies.	75
§ 1 — Etude des propriétés fondamentales du myocarde.	77
§ 2. — Excitation ou stimulus, excitabilité, conductibilité, contractilité et tonicité	78
§ 3. — Faisceau primitif	80

CHAPITRE IX

De l'électrocardiographie dans l'étude des arythmies.	85
Classification des arythmies.	85
I. — L'arythmie sinusale.	86
II. — L'arythmie extra-systolique.	86

§ 1. — Origine des extra-systoles	88
A) Extra-systole sinusale	89
B) Extra-systole auriculaire	90
C) Extra-systole atrio-ventriculaire	90
D) Extra-systole ventriculaire	92
E) Extra-systole rétrograde	93
§ 2. — Les tachycardies paroxystiques	98
A) La tachycardie paroxystique d'origine sinusale	100
B) La tachycardie paroxystique totale ou maladie de Bouveret-Hoffmann	102
C) La tachycardie paroxystique partielle ou auriculaire (Tachysystolie auriculaire ou « auricular flutter »)	104
a) Forme régulière	105
b) Forme légèrement régulière	106
c) Forme irrégulière	106
D) La tachycardie paroxystique irrégulière, tachy-ary- thmie complète	107
Simplification de la classification des tachycardies paroxystiques	109
III. — Arythmie complète	110
a) Tachy-arythmie complète	113
b) Arythmie complète de fréquence moyenne	113
c) Brady-arythmie complète	114
IV. — Bradycardies	115
§ 1. — Pouls lent permanent (maladie d'Adam-stokes)	115
§ 2. — Pouls lent d'origine pneumogastrique	116
§ 3. — Pouls lent par bigéminisme (faux pouls lent)	117
V. — Pouls alternant	117
Conclusions	123
Bibliographie	131

